corso di RADIOTECNICA

pubblicazione settimanale - 29 luglio - 5 agosto 1961 - un fascicolo lire 150 **43°** numero

corso di RADIOTECNICA

settimanale a carattere culturale

Direzione, Amministrazione, Pubblicità:
Via dei Pellegrini 8/4 - Telef. 593.478

MILANO

Ogni fascicolo — contenente 3 lezioni — costa lire 150, acquistato alle edicole.

Se l'edicola risulta sprovvista, o si teme di rimanere privi di qualche numero, si chieda invio settimanale direttamente al proprio domicilio a mezzo abbonamento.

Il versamento per ricevere i 52 fascicoli costituenti l'intero Corso è di lire 6500 + I.G.E. = lire 6630. A mezzo vaglia postale, assegno bancario, o versamento sul conto corr. postale 3/41.203 del « Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8-4 - Milano.

In ogni caso, scrivere in modo molto chiaro e completo il proprio indirizzo.

L'abbonamento può essere effettuato in qualsiasi momento; si intende comprensivo delle lezioni pubblicate e dà diritto a ricevere tali lezioni, che saranno inviate con unica spedizione.

Estero: abbonamento al Corso, Lit. 8.500. ($ 15). Numeri singoli Lit. 300 ($ 0,50).

Per i cambi di indirizzo durante lo svolgimento del Corso, unire lire 100, citando sempre il vecchio indirizzo.

Fascicoli singoli arretrati — se disponibili — possono essere ordinati a lire 300 cadauno.

Non si spedisce contrassegno.

Distribuzione alle edicole di tutta Italia: Diffus. Milanese . Via Soperga, 57 - Milano.

Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

Autorizzaz. N. 5357 - Tribunale di Milano.

Stampa: Intergrafica S.r.l. - Cologno Monzese.

La Direzione non rivende materiale radio; essa può comunicare, se richiesta, indirizzi di Fabbricanti, Importatori, Grossisti ecc. in grado di fornire il necessario ed ai quali il lettore può rivolgersi direttamente.

Alla corrispondenza con richiesta di informazioni ecc. si prega allegare sempre il **francobollo per la risposta.**

Parte del testo e delle illustrazioni è dovuta alla collaborazione del Bureau of Naval Personnel, nonchè al Dept. of the Army and the Air Force - U.S.A.

A chi può essere utile questo Corso? Anzitutto — stante la sua impostazione — il Corso, basato sull'esposizione in forma a tutti accessibile, della radiotecnica, dai suoi elementi basilari alla evoluzione più recente, rappresenta la forma ideale per tutti coloro che intendono dedicarsi all'elettronica, sia come forma ricreativa sia — soprattutto — per l'acquisizione di una professione specializzata che possa procurare loro una posizione di privilegio in seno alla società odierna.

Anno per anno, la nostra civiltà si indirizza sempre più verso questa meravigliosa, si potrebbe dire fascinosa, elettronica, che nel modo più evidente consente sviluppi impensati, progressi grandiosi e una rapida evoluzione di tutti gli altri rami dello scibile che essa tocca e influenza.

L'industria, tutta l'industria, nel senso più ampio, da quella elettrotecnica a quella meccanica, alla metallurgica, alla chimica ecc., con i suoi laboratori di ricerca e le sue fabbriche richiede, e richiederà sempre più, con un ritmo rapidamente crescente, tecnici specializzati con conoscenza dell'elettronica, tecnici specificatamente elettronici e persino operai e impiegati di ogni ordine e categoria con cognizioni di elettronica.

Si può dire che anche le branche commerciali, quelle dei trasporti e persino quelle amministrative con le recenti introduzioni delle calcolatrici, abbisognano di personale che conosca i principi dell'elettronica, le macchine relative, il loro pieno sfruttamento, la eventuale riparazione ecc. e, quanto più in modo completo, quanto meglio.

Nasce, da una tale situazione, una logica conseguenza: per la scelta di una professione o di un mestiere, per un miglioramento della propria posizione sociale, per l'intrapresa di una libera attività o anche per la sola acquisizione di cognizioni che indubbiamente verranno oltremodo utili, è quanto mai opportuno riflettere se non sia conveniente dedicare un po' di tempo allo studio di questa scienza che ha tra l'altro il pregio di rendersi immediatamente attraente, concreta, accessibile e foriera di moltissime soddisfazioni.

A questo scopo appunto, e con questi intenti, è stato redatto questo Corso.

Non mancano invero altri corsi (specie per corrispondenza) o scuole di radiotecnica, nè mancano (sebbene siano in numero del tutto inadeguato) scuole statali o pareggiate ma la struttura e l'impostazione che caratterizzano queste 156 lezioni sono alquanto particolari, presentando non pochi vantaggi sulle diverse altre forme di cui si è detto.

Anzitutto vogliamo porre in evidenza **il fattore economico.**

Frequentare regolarmente, durante tutto l'anno, una scuola è certo il modo più logico — anche se non il più rapido — per apprendere ma, tralasciando il fatto che rarissimi sono gli Istituti di radiotecnica, è a tutti possibile dedicarsi esclusivamente, e per l'intero anno, allo studio? Noi riteniamo che chi può farlo costituisca oggi assai più l'eccezione che la regola. Ciò significa infatti poter disporre liberamente del proprio tempo senza avere la necessità di un contemporaneo guadagno: il nostro Corso permette a chiunque di studiare a casa propria, nelle ore libere dal lavoro, senza abbandonare o trascurare quest'ultimo. Ciò caratterizza invero anche altri corsi, ma il vantaggio economico diviene notevole ed evidentissimo se si considera che di fronte all'esborso, anche se rateale, di quasi 80.000 lire che i corsi per corrispondenza richiedono, seguendo il nostro Corso la spesa in un anno risulta di poco più di 7500 lire (150 lire alla settimana presso un'edicola) o di 6630 lire totali, con recapito postale, settimanale, delle lezioni a domicilio.

E' superfluo dire che la Modulazione di Frequenza, i transistori, i circuiti stampati, la trasmissione, il telecomando ecc. sono argomenti integrali del Corso e non costituiscono motivo di corsi speciali, aggiunti o particolari.

Le lezioni di questo Corso — a differenza di molte altre — non sono stampate con sistemi di dispensa, a ciclostile, o con sistemi più o meno analoghi, derivanti cioè da un originale battuto a macchina da scrivere; esse sono stampate in uno stabilimento grafico, con chiari caratteri tipografici da cui deriva una assai più agevole lettura e — fattore certamente di non secondaria importanza — un contenuto molto più ampio, corrispondendo una pagina a stampa a tre o quattro pagine di quelle citate. Il lettore avrà, alla fine del Corso, un volume di ben 1248 pagine di grande formato!

Chiunque, indipendentemente dall'età, dalla professione e dalle scuole compiute **può seguire il Corso.** Alle esposizioni teoriche si abbinano numerose, attraenti, istruttive ed utili descrizioni che consentono la realizzazione di ricevitori, amplificatori, strumenti vari e persino di trasmittenti su onde corte.

A questo proposito è sintomatico il fatto che la Direzione non vuole assolutamente assumere la fisionomia di un fornitore o commerciante di materiale radio, rivendendo agli allievi le parti necessarie. Il materiale occorrente l'interessato può acquistarlo dove e come meglio crede e, assai spesso anzi, già ne dispone. Viene così evitato l'acquisto forzoso, caratteristico più o meno di tutti gli altri corsi.

Anche chi è già radiotecnico, anche chi ha seguito o segue altri corsi troverà il massimo tornaconto in questo completo ed aggiornato lavoro. Molte nozioni, è logico, saranno note, altre un po' meno e sarà utile rinfrescarle, e il tutto infine costituirà un manuale di consultazione, prezioso tanto per la teoria esposta quanto per i numerosi schemi, per le tabelle, per i grafici, gli elenchi, i dati, il vocabolario dei termini ecc.

Concludendo, si può affermare che questo **Corso di Radiotecnica** oltre che come insegnamento graduale si presenta come **enciclopedia e rivista assieme** ciò che permette di formare — con modestissima spesa — **il più completo, ricco, utile e pratico volume di radiotecnica di cui sia dato oggigiorno disporre.**

I TRASMETTITORI

Le comunicazioni via radio dipendono, ovviamente, dalla possibilità di produrre e di irradiare onde elettromagnetiche. Queste onde, che si spostano attraverso lo spazio, come abbiamo detto più volte, alla velocità della luce, portano l'informazione che si vuole trasmettere fino al ricevitore. Le onde elettromagnetiche destinate alle comunicazioni radio vengono prodotte mediante quell'assieme di apparecchiature che costituisce il « trasmettitore ». Si tratta, in sintesi, di un generatore di tensioni alternate ad Alta Frequenza, ottenute mediante circuiti oscillanti impieganti valvole elettroniche, e di amplificatori delle tensioni stesse. I circuiti oscillanti, o per meglio dire oscillatori, sono sintonizzabili, ossia producono segnali di una ben determinata frequenza (frequenza di trasmissione) cui corrisponde la massima irradiazione di potenza da parte dell'antenna.

Come abbiamo visto da poco, per irradiare con la massima efficacia un segnale a radiofrequenza, un'antenna deve presentare dimensioni determinate, ed in particolare una lunghezza pari ad un multiplo del quarto della lunghezza d'onda sulla quale si vuole trasmettere. La lunghezza d'onda, ricordiamo, si può calcolare facilmente, nota la frequenza, mediante la formula:

$$\lambda = \frac{300}{F}$$

dove λ è la lunghezza d'onda in metri, corrispondente alla distanza, nello spazio, tra due creste d'onda successive, ed F è la frequenza di trasmissione, in MHz.

Incidentalmente, facciamo notare che, poichè le dimensioni dell'antenna diminuiscono col diminuire della lunghezza d'onda, i sistemi radianti possono essere realizzati con maggiore facilità e con più elevato rendimento sulle frequenze più alte. Una trasmissione a 20 kHz richiede, ad esempio, come si può calcolare mediante la formula precedente, un'antenna della lunghezza di quasi 4 km: a 30 MHz, tale valore minimo (corrispondente ad un quarto della lunghezza d'onda) scende a 2,5 m. Le trasmissioni radio giungono attualmente anche a frequenze di 10.000 MHz, corrispondenti ad una lunghezza d'onda di 3 cm, e già si sperimentano frequenze di trasmissione superiori.

Tipi di onde radio

Consideriamo un semplice tipo di onda radio al momento della sua emissione, come si vede alla **figura 1**. Ivi è rappresentato schematicamente il processo di trasmissione di un'**onda persistente**. Un'onda persistente è un segnale a radiofrequenza perfettamente sinusoidale, privo di qualsiasi modulazione, sia di ampiezza che di frequenza o di fase. Se viene usato come antenna un conduttore disposto verticalmente, il campo irradiato è costituito da linee di forza elettriche verticali e da linee di forza magnetiche orizzontali. Entrambe queste linee di forza — abbiamo visto — sono perpendicolari alla direzione di propagazione (figura 1-**A**).

Se la frequenza di trasmissione è di 1 MHz, la lunghezza d'onda è di 300 m, e quindi la distanza tra due creste d'onda successive, indicate coi punti A e C in figura 1-**B**, è appunto di 300 m. L'onda persistente conserva in tutti i picchi (A e B e successivi) la medesima ampiezza. In ciascun punto dello spazio, il valore dei suoi campi, elettrico e magnetico, varia periodicamente in funzione del tempo, secondo un andamento sinusoidale.

L'onda persistente, così com'è, non serve alla trasmissione radio, in quanto non contiene alcun segnale di informazione. Essa, tuttavia, risulta utile per applicazioni speciali, quali ad esempio il radar. Perchè una onda a radiofrequenza contenga un'effettiva informazione occorre, in linea di massima, che essa venga modulata. Già abbiamo esaminato, alla lezione 61ª, i tre sistemi classici di modulazione, ossia di ampiezza, di frequenza e di fase. Dobbiamo far presente però che un'onda può essere utilizzata anche senza essere modulata per trasmettere messaggi a distanza: è sufficiente far durare l'emissione per brevi tempi convenzionali (punti e linee); applicare cioè l'alfabeto (Morse) utilizzato dal telegrafo. Si dice **manipolazione** (a mezzo tasto) l'operazione di interruzione effettuata a questo fine. Del come si possa agire in un trasmettitore per la manipolazione della « grafia », e della modulazione vera e propria applicata alle emittenti, diremo diffusamente nella lezione prossima.

TRASMETTITORI AD ONDE PERSISTENTI

Trattiamo ora, innanzi tutto, del trasmettitore visto come generatore di onde persistenti, dato che esso, privo della sezione di modulazione, rappresenta l'emittente vera e propria: il modulatore e gli alimentatori rientrano nella tecnica loro particolare da noi già analiticamente esaminata.

Uno schema a blocchi del trasmettitore è rappresen

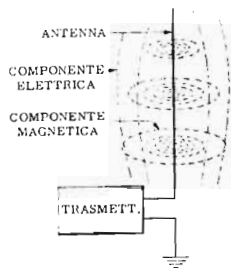



Fig. 1-A Campo magnetico ed elettrico emessi da un'antenna verticale. Si notino le relative direzioni, ortogonali tra loro.

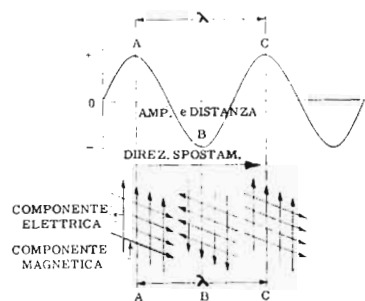



Fig. 1-B - Rappresentazione di un'onda persistente. In A, B e C (picchi), si ha la massima intensità dei due campi.

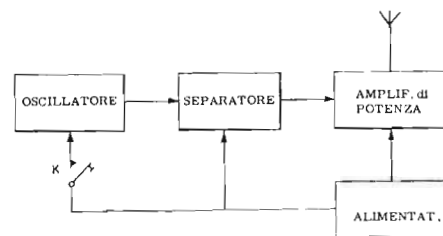



Fig. 2 - Schema a blocchi di un trasmettitore per telegrafia. Non si ha modulazione, e la portante viene interrotta dall'apertura del tasto, che toglie l'alimentazione all'oscillatore. Mediante questo sistema di « manipolazione », è possibile trasmettere qualsiasi informazione secondo un apposito codice.

tato alla **figura 2**. Il generatore di oscillazione ad Alta Frequenza è indicato col termine di « oscillatore ». Il tasto, K, serve ad interrompere temporaneamente il circuito, onde consentire il sistema di trasmissione di segnalazioni secondo il codice telegrafico. Lo stadio « separatore » è un amplificatore di potenza in classe C, il cui circuito di placca è sintonizzato sulla frequenza di trasmissione.

In molti casi, specialmente quando lo stadio oscillatore è del tipo a cristallo e per frequenze alte, è più opportuno, per ragioni di stabilità di cui parleremo più avanti, che la frequenza di oscillazione sia sottomultipla (vale a dire più bassa) di quella di trasmissione. Si adotta allora, dopo lo stadio oscillatore, uno stadio amplificatore in classe C che distorce il segnale, provocando un'alta percentuale di armoniche superiori. Accordando il circuito di uscita di detto stadio su di una frequenza multipla di quella di ingresso, si può irradiare sulla frequenza armonica accordata. E' possibile anche ripetere questo procedimento con più stadi in cascata, ed ottenere in ultimo una frequenza di emissione notevolmente più elevata di quella di oscillazione.

Supponiamo, ad esempio, di voler utilizzare una frequenza di trasmissione di 240 MHz. La massima frequenza ottenibile vantaggiosamente da un circuito oscillatore a quarzo si aggira sui 10 MHz, e pertanto, si potrà adottare uno stadio oscillatore funzionante su questa frequenza. Esso sarà seguito dalla sezione di separazione e moltiplicazione, costituita da più stadi amplificatori in classe C. Il primo di questi stadi avrà un circuito di carico accordato sulla frequenza di 40 MHz, ossia sulla quarta armonica del segnale di ingresso. Un successivo stadio, dello stesso genere, sarà accordato sui 120 MHz, e quindi fornirà, all'uscita, la terza armonica del suo segnale di ingresso. Con l'ultimo stadio, infine, si opererà una moltiplicazione di frequenza per due, e si otterrà la frequenza necessaria di 240 MHz, da irradiare.

La funzione degli stadi ora esaminati è, per così dire, duplice: essi moltiplicano la frequenza e possono essere definiti perciò *stadi moltiplicatori*, ma, nello stesso tempo, separano l'oscillatore dal carico finale, per cui si ha anche funzione di separazione. Allorchè necessita solo quest'ultima funzione, lo stadio è detto *separatore*. In molti trasmettitori, funzionanti su frequenze non elevate, l'oscillatore produce un segnale di frequenza pari a quella di trasmissione, e lo stadio eventualmente presente tra esso e l'amplificatore di potenza, funge appunto solo da separatore. Ciò, allo scopo di evitare che le eventuali variazioni del carico del trasmettitore possano avere influenza sulla frequenza di oscillazione, che deve essere il più possibile stabile.

Lo stadio finale è, anch'esso, un amplificatore in classe C, e viene pilotato dal segnale presente all'uscita del separatore. Successivamente, i brevi e forti impulsi di corrente che percorrono tale stadio vengono trasformati in segnali perfettamente sinusoidali, a forte tensione, ad opera del circuito di carico, sintonizzato sulla frequenza fondamentale di trasmissione. Da questo circuito, quasi sempre mediante un accoppiamento induttivo, l'energia a radiofrequenza è trasferita a mezzo della linea di trasmissione, all'antenna.

Il circuito oscillatore a cristallo

Uno dei più gravi problemi inerenti la progettazione dei trasmettitori riguarda la stabilità della frequenza di trasmissione. Infatti, la deriva di frequenza cui è soggetto, inevitabilmente, un normale circuito oscillante (in particolar modo per il mutare dei valori del circuito oscillatore in seguito a variazioni conseguenti al funzionamento) determina due gravi inconvenienti. Innanzitutto, vi è il pericolo di invadere, con la trasmissione, un canale adiacente, con conseguente interferenza; in secondo luogo, è da rilevare che detta instabilità di frequenza richiede continui ritocchi nella sintonizzazione dei ricevitori in ascolto dell'emissione.

La frequenza di oscillazione di un circuito ha la tendenza a spostarsi, oltre che per la causa già accennata (riscaldamento), anche in seguito a variazioni nel carico. Abbiamo già visto come si può provvedere a quest'ultimo inconveniente. Per evitare invece la variazione dovuta a mutamenti nel valore dei componenti, si ricorre a circuiti oscillatori a quarzo, che consentono una stabilità notevole. Anche questi circuiti sono, per altro, soggetti, sebbene in proporzioni inferiori, al fenomeno della deriva termica: è quindi necessaria, a volte, una stabilizzazione termica del quarzo, ottenibile facilmente mediante un sistema di resistenze riscaldatrici e termostati.

Una limitazione degli oscillatori a quarzo è rappre-

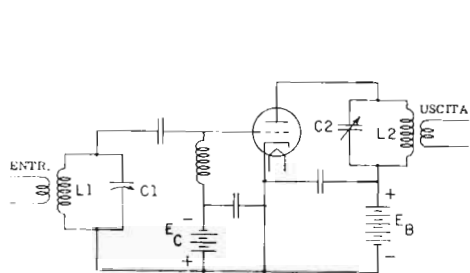



Fig. 3 - Esempio di stadio amplificatore o duplicatore di frequenza. L2 e C2, in caso di duplicazione, sono accordati sulla seconda armonica della frequenza di sintonia di L1 e C1. La valvola funziona in classe C.

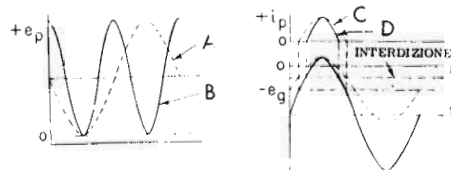



Fig. 4 - Caratteristiche di funzionamento dello stadio di cui alla figura 3. A = variazione di e_p (tensione placca) come amplificatrice in classe C; B = idem come duplicatrice; C = variazione di i_p (corrente placca) come amplificatrice; D = idem come duplicatrice; E = polarizzazione di griglia come amplificatrice; F = Idem come duplicatrice. Si noti il livello di polarizzazione corrispondente all'interdizione.

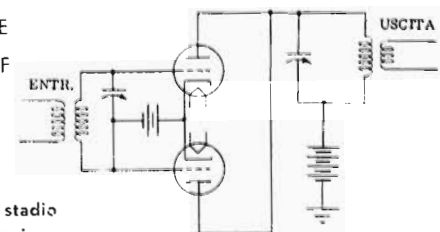



Fig. 5 - Circuito oscillante per armoniche dispari.

sentata, in certo qual modo, dalle dimensioni del cristallo. Si tratta di questo: come sappiamo, la frequenza di oscillazione di un cristallo dipende, in modo essenziale, dalle sue dimensioni, e queste ultime diminuiscono fortemente con l'aumentare della frequenza. Ne deriva che questa non può oltrepassare certi limiti, se si vogliono evitare le conseguenti imprecisioni, oltre alla rottura del cristallo in sede di oscillazione.

Lo stadio separatore

Esaminiamo qualche esempio di stadio separatore, sulla cui funzione abbiamo già detto.

Se il circuito di accordo di placca del separatore è sintonizzato sulla stessa frequenza del circuito di ingresso, lo stadio è un normale amplificatore in classe C. Sappiamo che, se lo stadio è invece accordato su di una armonica superiore, esso funziona anche come moltiplicatore di frequenza. Alla **figura 3** è indicato un esempio di stadio duplicatore di frequenza. Il circuito costituito da $L2$ e $C2$ è accordato su di una frequenza doppia rispetto a quella del circuito $L1$ - $C1$. Se, ad esempio, $L1$ ha una induttanza di 10 μH e $C1$ una capacità di 25,3 pF, si calcola facilmente, mediante la formula che fornisce la frequenza d'accordo di un circuito LC, la frequenza di risonanza:

$$f = \frac{159}{\sqrt{L1 \times C1}} = \frac{159}{\sqrt{10 \times 25,3}} = 10 \text{ MHz}$$

Se anche la bobina di placca $L2$ ha un'induttanza di 10 μH, e si vuole ottenere il raddoppio della frequenza, il condensatore $C2$ dovrà essere, come è ovvio, ¼ di $C1$, ossia di capacità pari a circa 6,3 pF. Si può infatti verificare che, con tale capacità, si ottiene la frequenza esatta:

$$F = \frac{159}{\sqrt{L2 \times C2}} = \frac{159}{\sqrt{10 \times 6,3}} = 20 \text{ MHz.}$$

Nei circuiti moltiplicatori di frequenza, è opportuno che si verifichino le seguenti condizioni, illustrate alla **figura 4**:

1) Ampiezza notevole del segnale di ingresso, superiore a quella dei normali amplificatori in classe C.

2) Tensione negativa di polarizzazione maggiore di quella normalmente adottata in classe C.

3) Circuito di placca sintonizzato su una armonica superiore.

Come si può notare, le condizioni di funzionamento di tali stadi, benchè simili a quelle degli amplificatori in classe C, sono ancora più spinte, sicchè la corrente di uscita (D) assume un andamento quasi triangolare. L'onda di questa forma offre il vantaggio di essere particolarmente ricca di armoniche, e presenta pertanto, ai fini di questo impiego, un rendimento superiore.

Alcuni circuiti moltiplicatori sono adatti a fornire solo armoniche di ordine dispari; ciò per l'andamento della forma d'onda presente alla loro uscita. Come sappiamo, infatti, esistono forme d'onda che contengono soltanto armoniche dispari (ad esempio, l'onda quadra). Un circuito capace di fornire solo armoniche dispari, è quello indicato alla **figura 5**, costituito da 2 triodi, disposti con le placche collegate in parallelo.

L'amplificatore di potenza

L'ultimo stadio della sezione separatrice (il penultimo del trasmettitore) deve essere un amplificatore di potenza (sebbene relativamente bassa). E' necessario infatti che lo stadio finale sia pilotato da una certa potenza, dato che funziona in classe C, e quindi dissipa potenza durante i picchi positivi del segnale di ingresso, nel suo circuito di griglia. Premessa questa sua necessità di energia al circuito di griglia, esaminiamo ora lo stadio finale di potenza: esso è rappresentato alla **figura 6**. Si tratta, nell'esempio, di un triodo amplificatore in classe C atto a fornire un'amplificazione di circa 20 volte, se alimentato con tensione di placca dell'ordine di 1000 volt. La tensione di interdizione della valvola è, in queste condizioni:

$$e_{co} = \frac{-e_p}{\mu} = \frac{-1000}{20} = -50 \text{ volt}$$

La tensione di polarizzazione, e_o, è il triplo della tensione di interdizione e_{co}, ed ammonta perciò a — 150 volt.

La massima tensione del segnale a radiofrequenza applicato alla griglia è di 180 volt di picco. Pertanto, durante i picchi positivi del segnale d'ingresso, la ten-

Fig. 6 - Esempio di amplificatore di potenza in classe C. L'oscillatore è rappresentato dal generatore di c.a. che fornisce una tensione ad A.F. avente un valore di 180 volt di picco.

Fig. 7 - Funzionamento dello stadio di figura 6. Il segnale di uscita è costituito dai soli picchi positivi del segnale di ingresso.

Fig. 8 - Analisi del funzionamento del circuito di figura 6, mediante le relazioni tra tensioni e correnti. In alto a destra è rappresentata la variazione della tensione ai capi del circuito volano.

sione di griglia sale a 180 — 150 = +30 volt, rispetto al catodo, mentre durante i picchi negativi scende a — 180 — 150 = —330 volt.

Quando la tensione di griglia è al di sopra della soglia di interdizione della valvola, si ha un flusso di corrente di placca e, in corrispondenza dell'istante in cui la tensione di griglia sale a +30 volt, la corrente di placca è di 150 mA. Ciò si può notare alla **figura 7**. Il condensatore di accordo del circuito di carico, C4, si carica fino a raggiungere una tensione quasi pari a quella di alimentazione anodica, e precisamente fino a 950 volt. Durante questo processo di carica, il lato del condensatore C4 rivolto verso la placca diviene negativo, e quindi la tensione di placca di tale triodo scende a soli 1000 — 950 = +50 V; la **figura 8** illustra tale situazione. Quest'ultima tensione viene designata col termine e_{min}, e rappresenta il valore più basso, nell'intero ciclo, della tensione tra placca e catodo. Le relazioni tra tensione di placca, corrente di placca, tensione di pilotaggio sulla griglia, e tensioni e correnti nel circuito di carico, sono indicate dalle diverse curve della figura 8.

Il cosidetto «effetto volano» nel circuito di carico anodico fa in modo che, periodicamente, il condensatore muti di polarità, e continui il ciclo nella sua seconda semialternanza, anche quando la tensione di pilotaggio è scesa al di sotto della soglia di interdizione. La tensione di placca scende da +1000 volt ad un minimo di +50 volt, e successivamente sale ad un massimo di 1.950, per poi scendere a 1.000 volt, ed iniziare un altro ciclo.

In questo modo, il circuito di carico trasforma gli impulsi di corrente brevi ed intensi che percorrono il circuito di placca della valvola, in variazioni di corrente, e di tensione sinusoidali. Si può, in linea di massima, affermare che è il circuito sintonizzato vero e proprio a fornire il segnale da irradiare, mentre la valvola amplificatrice di potenza non serve altro che a controllare la potenza e la frequenza, inviando impulsi della frequenza esatta, che forniscono al circuito l'energia necessaria.

Si ha corrente di placca nella valvola solo per un terzo dell'intero ciclo: è durante questo periodo che l'energia viene fornita al circuito accordato. La tensione di placca e_p, è, quando scorre corrente nella valvola, al di sotto del valore della tensione anodica fornita dall'alimentatore, poichè il condensatore si carica con polarità opposta a quella di tale tensione. Risulta, infatti, $e_p = E_b - e_c$, dove e_c è la tensione ai capi del condensatore, ed E_b è la tensione di alimentazione. Pertanto, l'energia si sviluppa durante l'intervallo in cui la tensione di placca è minima, e si hanno perdite di potenza di valore minimo: un amplificatore finale in classe C, ben progettato, può dare un rendimento aggirantesi sul 70%.

La tensione di griglia diviene, durante un breve intervallo di ogni ciclo, positiva rispetto al catodo. Per ottenere il migliore rendimento, occorre che il minimo valore della tensione di placca sia eguale al massimo valore positivo che assume la griglia. In sostanza, mantenendo le notazioni precedenti, deve risultare $e_{min} = e_{max}$. Comunque, è meglio che e_{min} sia sempre di poco superiore ad e_{max}. Nell'esempio precedente, la minima tensione di placca era di 50 volt, contro i 30 volt della tensione massima di griglia. La ragione di ciò risiede nella possibilità che, se $e_{min} = e_{max}$, per i picchi positivi livemente più accentuati del normale, la valvola assuma una tensione positiva di griglia addirittura superiore a quella di placca. In tali circostanze, la corrente di griglia salirebbe a valori eccessivi; si otterrebbe, in tal caso, una diminuzione del rendimento ed un aumento delle perdite di griglia.

METODI di POLARIZZAZIONE

Molti dei metodi adottati nei trasmettitori per ottenere le necessarie tensioni di polarizzazione corrispondono a quelli tradizionali, usati anche nei ricevitori (si veda, in proposito, la lezione 52ª).

Dato che i trasmettitori devono essere adatti a fornire potenze di uscita notevoli, gli stadi di amplificazione che si incontrano in essi funzionano in classe B o in classe C. Questi stadi richiedono, possibilmente, la polarizzazione mediante resistenza di griglia.

Questo tipo di polarizzazione — come sappiamo — è interamente fondato sul fatto che, nelle citate classi di amplificazione, per un certo tratto di ogni ciclo del segnale di ingresso, la griglia diviene positiva rispetto al catodo, e conduce corrente, come abbiamo teste visto nel paragrafo precedente. Si comprende come questa tecnica di polarizzazione, per contro, non sia molto

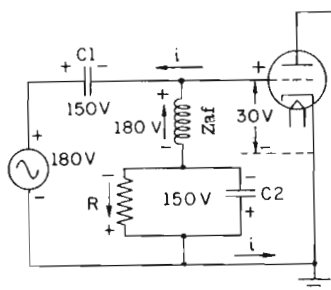



Fig. 9-A - Polarizzazione per falla di griglia. Si ha qui la massima polarizzazione positiva (+ 30 volt), e la corrente anodica è elevata.

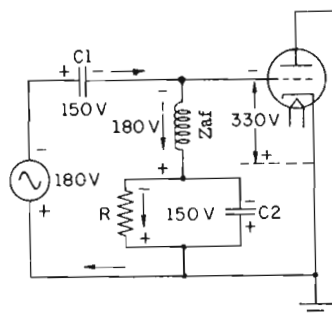



Fig. 9-B - In questo caso — invece — la polarizzazione ha il massimo valore negativo (— 330 volt), e la valvola è in interdizione.

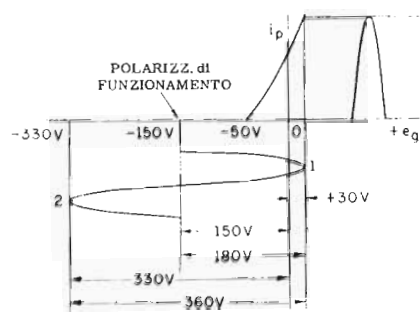



Fig. 10 - Segnali di placca e di griglia nel circuito di fig. 9-A e B. Si ha un segnale di uscita solo quando V_g è maggiore di — 50 V.

diffusa nei ricevitori, dato che in essi sono presenti esclusivamente stadi di amplificazione senza corrente di griglia.

Alla **figura 9** è indicato un circuito polarizzato mediante resistenza di griglia. Si suppone che il triodo operi in classe C, con un segnale di pilotaggio di 360 volt picco a picco, ed una tensione di polarizzazione di —150 volt. Alla figura 9-**A** sono indicate le polarità e le ampiezze delle tensioni nel momento in cui la tensione di griglia è al suo massimo valore *positivo* rispetto al catodo. Le condizioni corrispondenti alla massima tensione *negativa* di griglia sono invece illustrate in **B**. Le forme d'onda del segnale di griglia e di placca, infine, sono indicate alla **figura 10**.

Il condensatore C1 ha lo scopo di impedire che la corrente di griglia percorra il circuito del generatore di segnali, che sta qui a simboleggiare lo stadio pilota. La corrente di griglia scorre nel circuito costituito dalla impedenza e dalla resistenza *R*, la quale, per questa ragione, assume ai suoi estremi una certa differenza di potenziale. La polarità di tale tensione è negativa dal lato della griglia, ed è quindi così come richiesta per la polarizzazione.

Nell'esempio citato, *R* è di 15 kohm e la corrente di griglia è di 15 mA. La tensione che si determina ai capi della resistenza è, pertanto, di 150 volt, come si richiede. Il condensatore C2 ha la funzione, essenziale, di rendere la corrente ad impulsi del circuito di griglia, in corrente pressochè continua, onde assicurare alla tensione di polarizzazione un valore stabilizzato. Si tratta, è evidente, di un condensatore di filtro, ad azione del tutto analoga a quella dei condensatori elettrolitici degli alimentatori: l'unica differenza è dovuta al fatto che la tensione ad impulsi da livellare è — in questo caso — a radiofrequenza, e risulta quindi sufficiente una capacità di filtro notevolmente inferiore.

Esaminiamo ora la funzione dell'impedenza per A.F. indicata con *Zaf*. Essa presenta una resistenza pressochè nulla alla corrente di griglia, mentre presenta una reattanza induttiva molto elevata rispetto al segnale a radiofrequenza proveniente dal generatore. Ai suoi capi si sviluppa, perciò, la tensione a radiofrequenza di ingresso dello stadio, considerando che i condensatori C1 e C2 hanno una capacità tale da presentare, alle radiofrequenze, una reattanza trascurabile.

Nel circuito di figura 9-A, la griglia conduce, e la tensione presente su tale elettrodo è di +30 volt. Durante gli istanti in cui la corrente di griglia fluisce, C1 si carica a 180 —30 = 150 volt, e la bassa impedenza del circuito griglia-catodo scarica la corrente di griglia a massa, attraverso *R* e l'impedenza. Nello stesso periodo, C2 si carica attraverso *R*, provvedendo a mantenere la tensione di polarizzazione a —150 volt. La capacità di C2 deve essere sufficientemente ampia per permettere che questa tensione non vari apprezzabilmente durante gli istanti in cui si ha corrente di griglia.

In corrispondenza di quel tratto di ogni ciclo del segnale di entrata che abbassa la tensione di griglia al di sotto della soglia di interdizione, non si ha alcun flusso di corrente. All'istante corrispondente alla massima tensione negativa, si hanno le condizioni della figura 9-B. Il percorso del segnale di ingresso a radiofrequenza è dato dal condensatore C1, dall'impedenza, e dalla resistenza *R*. In queste condizioni, C1 si scarica e C2 si ricarica. Anche la capacità di C2 deve essere sufficiente per non far variare apprezzabilmente la tensione ai suoi capi, durante il breve intervallo di scarica.

La polarizzazione mediante resistenza di griglia presenta il vantaggio di una regolazione automatica quando si verificano variazioni nella tensione del segnale. Ad esempio, un aumento nella tensione di pilotaggio accresce la corrente di griglia, e di conseguenza, la tensione negativa di polarizzazione; se, invece, la tensione del segnale di pilotaggio diminuisce, la corrente di griglia diminuisce anch'essa, assieme alla tensione negativa di polarizzazione. In entrambi i casi considerati, la variazione della tensione di polarizzazione è tale da stabilizzare la tensione all'uscita dello stadio.

Da quanto detto, risulta che, se il segnale d'ingresso diminuisce notevolmente, o viene a mancare, la tensione di griglia sale a valori eccessivi (in senso positivo); si può quindi determinare una corrente tale da danneggiare la valvola. Per evitare questo pericolo, si usa la polarizzazione mista, il cui circuito è rappresentato alla **figura 11**. La tensione di polarizzazione, sempre di —150 volt, è qui ottenuta mediante la somma di una tensione fissa, di —50 volt, sviluppata dalla batteria di protezione, con una tensione di —100 volt, ottenuta col metodo della resistenza di griglia, facendo scorrere la corrente di griglia di 10 mA attraverso una resistenza di 10 kohm. Con questo circuito, anche se il segnale di pilotaggio viene a mancare completamente,

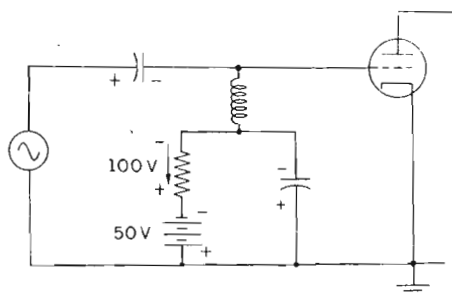



Fig 11 - Esempio di polarizzazione mista, con batteria di protezione. Le due tensioni si sommano, e, anche in mancanza di segnale di ingresso, V_g non può essere maggiore di — 50 volt.

Fig. 12 - Esempio di oscillatore seguito da uno stadio amplificatore (circuito in neretto). I due circuiti sono simili, per cui anche lo stadio amplificatore può oscillare, indipendentemente dal segnale di ingresso proveniente dall'oscillatore vero e proprio, se non si adottano precauzioni.

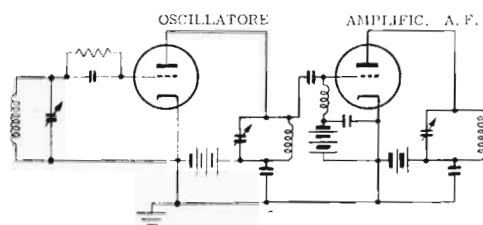
la tensione di griglia non sale mai al di sopra dei —50 volt, e pertanto non si verificano in nessun caso le condizioni di eccessiva corrente attraverso la valvola.

NEUTRALIZZAZIONE

Lo stadio oscillatore, abbiamo detto, è quasi sempre seguito da uno o più stadi amplificatori a radiofrequenza. Un esempio è indicato alla **figura 12**, nella quale il circuito dello stadio di amplificazione è rappresentato in tratto più marcato di quello oscillatore. Come si vede, i due circuiti sono, essenzialmente, i medesimi, ed è quindi intuibile come lo stadio amplificatore stesso abbia la tendenza ad oscillare. Esso, infatti, rientra nella categoria degli oscillatori « a sintonia di placca e di griglia » già da noi trattati a pagina 532.

Per evitare l'entrata in oscillazione degli stadi amplificatori per Alta Frequenza, si ricorre ai circuiti di **neutralizzazione** aventi lo scopo di controbilanciare mediante opportune reazioni negative, la reazione positiva determinata dalla capacità interelettrodica della valvola.

Il metodo più comune di neutralizzazione è quello della *neutralizzazione di placca*, il cui schema di principio è illustrato alla **figura 13**. La capacità griglia-placca della valvola, causa della reazione positiva che deve essere eliminata, è indicata mediante il condensatore tratteggiato C_{PG}.

Il circuito di carico è costituito da una bobina con presa centrale, e pertanto, la tensione presente tra il punto *A* e massa è sfasata di 180° rispetto a quella presente tra il punto *B* e massa. L'azione di neutralizzazione si ottiene per mezzo del condensatore variabile C_N, che riporta all'ingresso dello stadio di amplificazione — ossia nel circuito di griglia — parte del segnale presente al punto *B*. Poichè il segnale al punto *B* è, come abbiamo visto, sfasato di 180° rispetto a quello presente in placca, il segnale retrocesso mediante il condensatore C_N è in opposizione di fase rispetto a quello retrocesso attraverso la capacità interelettrodica C_{PG}. Regolando il valore della capacità di C_N su di un valore opportuno, è possibile fare in modo che il segnale retrocesso da tale condensatore sia della stessa ampiezza di quello retrocesso da C_{PG}, provocandone così il completo annullamento.

Un metodo che consente di determinare la giusta posizione di C_N consiste nell'applicare il segnale di ingresso a radiofrequenza, con il filamento della valvola finale regolarmente acceso, ma senza tensione di alimentazione anodica a tale valvola. Una bobina captatrice viene disposta nelle vicinanze immediate del circuito anodico di carico, ed i suoi terminali vengono collegati all'ingresso verticale di un oscillografo. Si tratta di regolare C_N in modo che, in condizioni di risonanza del circuito di carico, non compaia alcun segnale a radiofrequenza sullo schermo dell'oscillografo. In tali condizioni, il segnale che riesce a passare nel circuito di uscita attraverso la capacità griglia-placca del triodo è completamente annullato da quello che riesce a passare nello stesso circuito per mezzo del condensatore di neutralizzazione, dato che i due flussi di corrente sono opposti, come si può notare nello schema equivalente di **figura 14**.

Se nel circuito di griglia del triodo è presente un milliamperometro, la regolazione di C_N può essere eseguita osservando le deviazioni di tale strumento, in seguito a variazioni di accordo del circuito di placca attorno al valore di risonanza, sempre senza che sia presente la tensione anodica.

Finchè vi è uno sbilanciamento tra C_{PG} e C_N, la placca diviene alternativamente positiva e negativa in corrispondenza dei picchi positivi e negativi del segnale a radiofrequenza e, quando essa è positiva, si determina una corrente nella valvola. Quando il circuito di placca è perfettamente sintonizzato sulla frequenza voluta, alcuni degli elettroni — costituenti questa corrente — che prima andavano alla griglia, raggiungono la placca, causando un picco negativo nella corrente di griglia, con ricorrenza corrispondente appunto alla perfetta frequenza di risonanza.

Quando invece C_N è regolato esattamente per la neutralizzazione, la corrente si divide in due rami eguali, la tensione di placca rimane nulla, e non si ha alcun picco negativo in griglia in corrispondenza del punto di accordo del circuito di carico.

Un terzo metodo, che consente la regolazione appropriata di C_N, è fondato sull'osservazione delle correnti di placca o di griglia dello stadio pilota, al variare dell'accordo del circuito di placca dello stadio finale, an-

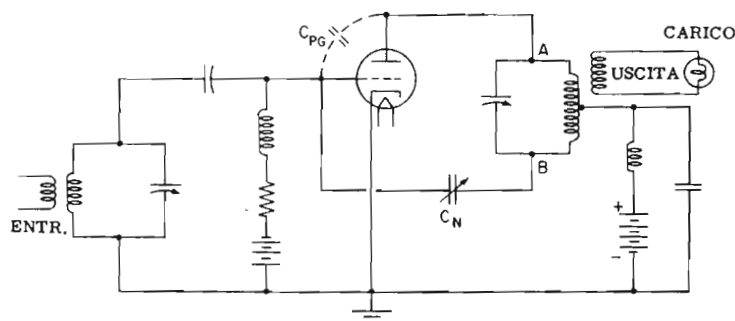



Fig. 13 - Metodo per neutralizzare gli effetti derivati dalla capacità interelettrodica (C_{PG}): viene applicata una controreazione a mezzo della capacità C_N, tra circuito di placca e circuito di griglia.

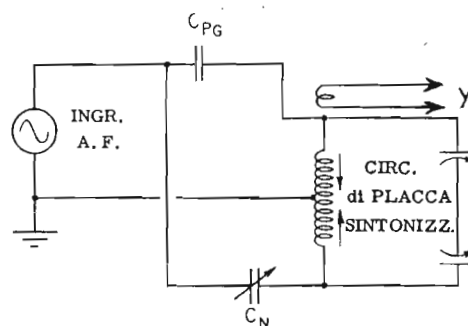



Fig. 14 - Ricerca del giusto valore della capacità C_N (fig. 13). I terminali della bobina (Y) vanno all'ingresso di un oscillografo. Si opera in assenza di tensione anodica.

che in questo caso, senza che in esso sia presente la tensione anodica. Se l'amplificatore non è ben neutralizzato, il variare della sintonia del circuito di carico determina variazioni nel carico dello stadio precedente, con la conseguente presenza di un picco negativo nella sua corrente di griglia, e di un picco positivo nella sua corrente di placca. Quando invece C_N è accordato perfettamente per una totale neutralizzazione, le variazioni nell'accordo del carico non determinano alcun picco nello stadio pilota.

Per le prove, in alcuni trasmettitori risulta, in pratica, più comodo togliere la tensione al filamento, invece che alla placca. In questo caso, dei tre metodi descritti, rimangono validi solo il primo ed il terzo, poichè il secondo richiederebbe una corrente elettronica all'interno della valvola, che non si può avere a filamento spento.

Neutralizzazione di griglia

Si può ottenere lo stesso effetto di neutralizzazione anche provvedendo di presa centrale la bobina del circuito di griglia dello stadio in esame. Il circuito atto allo scopo è illustrato in **figura 15**. Come si può osservare, la neutralizzazione è ancora ottenuta retrocedendo in griglia parte del segnale di uscita, senonchè questa volta la necessaria inversione di fase si ha mediante il circuito di accordo di griglia. Per regolare il condensatore C_N, si può togliere la tensione anodica, o quella di filamento, ed agire come nel caso della neutralizzazione di placca.

Neutralizzazione di circuiti « push-pull »

Anche nei trasmettitori vengono spesso usati stadi in « push-pull », specialmente per quanto riguarda l'amplificazione finale di potenza. Per gli stadi in controfase è facile inserire circuiti di neutralizzazione, dato che tanto il circuito di griglia quanto quello di placca sono bilanciati, ossia con presa centrale a massa rispetto al segnale.

Si dispone già, quindi, di segnali nelle fasi desiderate, che vengono retrocessi come indicato dallo schema di **figura 16**. Il condensatore C_{N1} retrocede parte del segnale di placca di $V1$ sulla griglia di $V2$, dato che in tal modo è assicurata la necessaria inversione di fase. Analogamente, la neutralizzazione di $V1$ viene ottenuta prelevando parte del segnale presente sull'anodo di $V2$, e retrocedendolo sulla griglia a mezzo del condensatore C_{N2}. La regolazione di entrambi i condensatori viene effettuata col solito metodo, agendo separatamente sull'uno e sull'altro, in assenza di tensione anodica o di filamento.

Quanto finora detto circa la neutralizzazione, riguarda il caso in cui la reazione positiva interessi un solo stadio, essendo determinata dalla capacità griglia-placca di una valvola. A volte, si possono determinare reazioni positive parassite, dovute ad accoppiamenti induttivi tra collegamenti, o componenti, che interessano più di uno stadio. A questo proposito, la migliore precauzione consiste nello schermare accuratamente tra di loro i diversi stadi, con particolare riferimento ai circuiti accordati, che possono facilmente determinare trasferimenti induttivi di energia. I circuiti di neutralizzazione possono essere evitati con l'uso di speciali valvole, di solito tetrodi o pentodi, appositamente studiate allo scopo di presentare una bassissima capacità placca-griglia.

TARATURA di un TRASMETTITORE

Come i ricevitori, anche i trasmettitori, richiedono una fase di taratura di tutti i loro circuiti accordati, ottenibile agendo opportunamente sulle induttanze e capacità variabili o semifisse. Si tratta di far in modo che ognuno dei circuiti venga sintonizzato sulla frequenza esatta, sia essa quella di trasmissione o, nei primi stadi, una sua sottomultipla. Durante le operazioni di taratura è bene che il trasmettitore non sia collegato all'antenna regolare, onde evitare che possano essere emessi segnali a radiofrequenza capaci di disturbare altre trasmissioni in funzionamento su frequenze vicine. E' opportuno allora l'uso di un'antenna fittizia, che funga da carico adeguato (senza un carico capace di assorbire tutta la potenza fornita dallo stadio finale, quest'ultimo può danneggiarsi), pur non irradiando alcun segnale. Si tratta, pertanto, di predisporre un carico terminale resistivo che dissipi sotto forma di calore la potenza del trasmettitore. Ad esempio, un carico spia, costituito da una bobina, in parallelo alla quale sia connessa una lampadina di wattaggio adeguato.

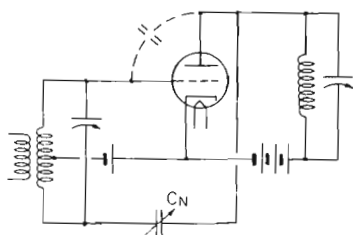



Fig. 15 - Neutralizzazione con bobina di ingresso a presa centrale. L'inversione di fase avviene nel circuito di griglia, e non in quello di placca. Il principio è analogo a quello di fig. 13.

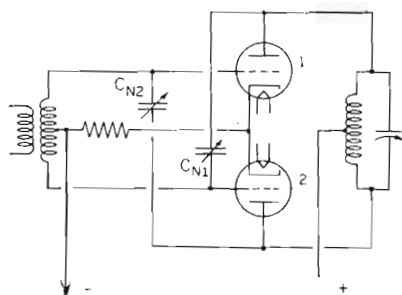



Fig. 16 - Neutralizzazione di uno stadio in « push-pull ». I segnali di placca hanno già la fase opportuna per la controreazione, attraverso le capacità C_{N1} e C_{N2}.

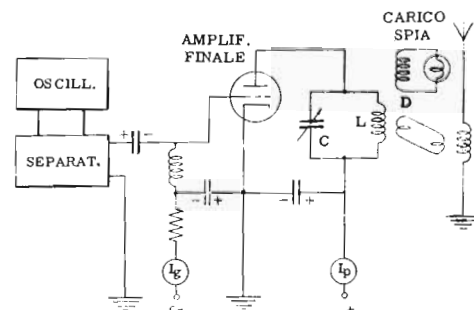



Fig. 17 - Per la taratura, si varia C fino ad ottenere la risonanza. I due strumenti controllano la corrente di griglia (I_g) e di placca (I_p).

Descriviamo ora, punto per punto, il processo di taratura e messa a punto di un trasmettitore.

1) La prima operazione consiste nell'accendere i filamenti di tutte le valvole, sia della sezione di trasmissione che di quella di alimentazione.

2) Successivamente, si dà la tensione anodica allo stadio oscillatore. Si tratta ora di accordare il circuito di tale stadio, agendo sull'apposito « trimmer » o sul nucleo della bobina. Se l'oscillatore è a quarzo, si è sicuri che tale cristallo oscilla esclusivamente sulla frequenza esatta. E' quindi sufficiente disporre di un milliamperometro in serie al circuito di placca, e regolare l'elemento variabile, ricordando quanto detto a pagina 534 a proposito della taratura dei circuiti oscillatori a cristallo. Occorre, per evitare instabilità, tarare il circuito non per la minima corrente di placca, come potrebbe sembrare, bensì per una corrente che, pur essendo molto vicina a tale limite, corrisponda ad una frequenza lievemente superiore: ciò per evitare possibili instabilità. Invece del picco negativo sul milliamperometro di placca, è possibile considerare il picco positivo nella corrente di griglia dello stadio seguente.

3) La terza operazione consiste nell'accordare i diversi circuiti dello stadio separatore. Anche qui si possono considerare i minimi nei circuiti di placca oppure i massimi nelle correnti di griglia dello stadio successivo. Nei casi in cui qualche stadio funga da moltiplicatore di frequenza, l'accordo va eseguito in corrispondenza dell'esatta frequenza multipla. L'ultimo stadio separatore è bene sia accordato osservando la corrente sul milliamperometro di griglia dello stadio finale.

Nell'accordo di questi circuiti, al contrario di quanto detto nel punto 2 a proposito del circuito oscillante a quarzo, occorre che gli elementi variabili vengano effettivamente regolati per letture massime (o minime) senza alcuno spostamento, sia pur minimo. Talora, l'ultimo stadio del separatore è un invertitore di fase, e ciò quando lo stadio finale è in controfase: occorre allora prestare la massima attenzione onde ottenere un perfetto bilanciamento tra i due segnali, opposti in fase, che si ottengono alle due uscite, poichè una diversità anche minima tra le due sezioni, comporta una forte diminuzione nel rendimento dello stadio finale.

4) Regolazione del circuito sintonizzato che costituisce il carico della valvola finale. Prima di dare tensione a questo stadio è necessario prendere le due seguenti precauzioni: **a)** deve assolutamente essere presente, nel circuito di uscita del trasmettitore, un carico resistivo adeguato. Senza di esso, ripetiamo, anche i pochi istanti di funzionamento dello stadio possono determinare seri guasti; **b)** il circuito risonante deve trovarsi accordato su di una frequenza prossima a quella di funzionamento. In caso contrario, dato che un circuito fortemente disaccoppiato si comporta, agli effetti dello stadio finale, come una mancanza di carico, si verifica lo stesso inconveniente sopra accennato.

A questo punto si può applicare, anche allo stadio finale di potenza, la tensione anodica. Poichè tale tensione anodica è — **in genere** — molto elevata, durante la prima fase della operazione di messa a punto è utile usufruire di una tensione anodica ridotta, spesso ottenibile dall'alimentatore mediante commutazione.

L'operazione di taratura vera e propria si effettua agendo sul condensatore *C* (**figura 17**) fino a far entrare il circuito *LC* in risonanza. Al momento in cui si applica la tensione anodica, la corrente di griglia subisce una notevole diminuzione. Si tratta ora di trovare la posizione di *C* per cui tale corrente presenti un brusco aumento, che dà luogo ad un picco positivo. Come al solito, invece che per un picco positivo nella corrente di griglia si può, con operazione del tutto equivalente, regolare per un picco negativo della corrente di placca.

Si può infine applicare la tensione anodica massima allo stadio finale, e trasferire la bobina di accoppiamento dell'antenna fittizia all'antenna vera e propria. Quest'ultima operazione deve essere eseguita in modo da non lasciare mai il trasmettitore completamente disaccoppiato da entrambi i carichi. L'azione di accoppiamento tra l'uscita del trasmettitore e l'antenna è accompagnata dai seguenti tre effetti: **a)** la corrente di antenna, a radiofrequenza, aumenta; **b)** la corrente di placca dello stadio finale aumenta; **c)** la corrente di griglia dello stadio finale diminuisce. Si determina, in sostanza, un lieve spostamento di sintonia da parte del circuito di carico della finale, dovuto a variazioni nel circuito di utilizzazione e nel circuito di accoppiamento. Occorre quindi provvedere a ritoccare il condensatore C, fino ad ottenere nuovamente una lettura minima in placca, o massima in griglia. A questo punto le operazioni normali di taratura si possono considerare concluse.

MODULAZIONE dei TRASMETTITORI

Nella lezione precedente abbiamo preso in esame i trasmettitori considerati come generatori di un segnale a radiofrequenza non modulato. Tale segnale, per poter effettuare la trasmissione di informazioni di tipo fonico, può essere utilizzato solo ricorrendo alla modulazione. I trasmettitori per « fonia » quindi, sono sempre abbinati ad una speciale sezione, detta modulatore, che consente di « modulare » l'onda a radiofrequenza, in modo tale da poterne ricavare, all'atto della ricezione, le informazioni trasmesse. In questo senso, si può affermare, come abbiamo già fatto a suo tempo, che l'operazione della modulazione è opposta a quella di rivelazione. Infatti, come ben sappiamo, modulare una portante significa unirla al segnale a Bassa Frequenza da trasmettere, mentre rivelarla significa separare tale segnale dalla portante stessa.

Già conosciamo, in parte, diversi tipi di modulazione, che consentono di trasmettere, assieme al segnale a radiofrequenza (onda portante) un segnale a Bassa Frequenza (informazione): prima di riprendere l'argomento riteniamo opportuno esaminare, in un capitolo a sè quell'impiego che può essere fatto del trasmettitore a prescindere dalla modulazione, per comunicare egualmente a distanza: intendiamo riferirci all'emissione *telegrafica*. In questo caso, l'informazione non viene trasmessa mediante suoni, bensì per mezzo di impulsi ad onde continue, traducibili mediante codice.

MANIPOLAZIONE di un TRASMETTITORE

« Manipolare » un trasmettitore ad onda persistente significa fare in modo che, agendo su di un opportuno tasto, il trasmettitore emetta un segnale a radiofrequenza solo durante determinati intervalli di tempo. Quando il tasto è chiuso, il trasmettitore irradia energia, mentre quando il tasto è aperto esso non emette alcun segnale.

In condizioni ideali, occorrerebbe che il trasmettitore funzionasse a pieno carico con il tasto chiuso e senza carico a tasto aperto. Tuttavia, per diverse ragioni, l'energia a radiofrequenza può pervenire all'antenna anche a tasto aperto. Se il tasto è disposto nel circuito di amplificazione finale di potenza, vi può essere, infatti, accoppiamento parziale con l'antenna da parte degli stadi precedenti, accoppiamento dovuto alla capacità interelettrodica delle valvole finali. Anche una neutralizzazione imperfetta dello stadio finale, può contribuire alla presenza di energia in antenna a tasto aperto. Se il tasto è nel circuito di griglia, una tensione di polarizzazione insufficiente può far sì che la valvola non si interdica completamente quando il tasto è aperto.

Disturbi ed inconvenienti

L'onda trasmessa a tasto aperto si dice *onda negativa di manipolazione*. Quando è presente un'onda negativa di manipolazione, il segnale captato dai ricevitori a tasto di trasmissione abbassato, può essere anche di poco più ampio di quello captato a tasto alzato, con conseguente forte difficoltà di interpretazione, non risultando gli impulsi in codice, trasmessi mediante la manipolazione, ben chiari e netti. Un segnale ottimo, da questo punto di vista, può essere considerato quello rappresentato in **figura 1-A**. Esso, al chiudersi del tasto, sale gradualmente fino ad assumere un'ampiezza di valore massimo, ed in seguito all'aprirsi del tasto diminuisce gradualmente fino ad annullarsi. Con un andamento di questo genere, i disturbi dovuti alla chiusura ed alla apertura del tasto risultano eliminati. Tali disturbi, dato il caratteristico suono che determinano nel ricevitore, vengono designati col termine onomatopeico di « click ».

Negli istanti in cui l'onda sta crescendo da zero al massimo — ed in quelli in cui sta diminuendo dal massimo a zero — si hanno forme d'onda ricche in armoniche. Più sono netti il fronte ascendente e quello discendente, più ampie risultano le armoniche. Queste determinano il formarsi, accanto alla portante, di un certo numero di bande laterali, capaci di provocare interferenze con trasmissioni che avvengono nelle bande vicine. Inoltre, i « click » che si producono nel ricevitore, rendono il segnale difficile a decifrarsi. Le forme d'onda delle figure **1-B** e **C** rappresentano segnali a fronti ascendenti e discendenti troppo rapidi, che causano quindi « click » rilevanti. Inoltre, il segnale B contiene transitori, che rendono l'ampiezza del segnale non ben definita.

Un buon circuito di manipolazione deve avere un effetto trascurabile sulla frequenza dell'oscillatore. Se si dispone il tasto nel circuito dell'oscillatore, oppure nello stadio immediatamente successivo, si può notare la tendenza del circuito a variare leggermente la frequenza in seguito alle variazioni di carico determinate dall'aprirsi e chiudersi del tasto.

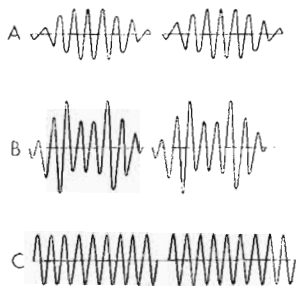



Fig. 1 - In A, segnale A.F. manipolato in modo opportuno: in B e C, segnali a variazione di manipolazione troppo rapida, che provoca effetti transitori

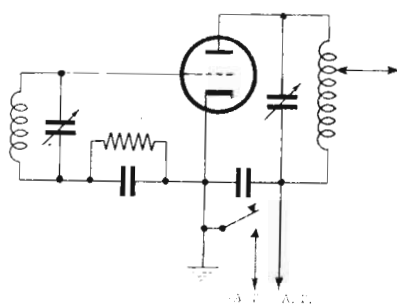



Fig. 2-A - Esempio di oscillatore, con tasto di manipolazione inserito nel circuito di catodo. L'oscillazione si manifesta solo quando il tasto chiude il circuito verso massa.

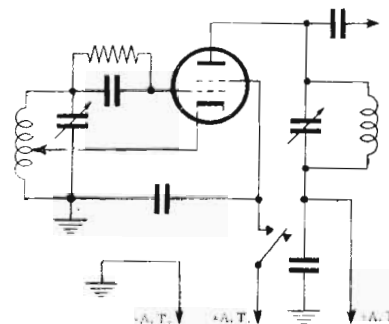



Fig. 2-B - In questo caso, il tasto è inserito nel circuito di griglia schermo. Con tasto aperto, detta griglia non è polarizzata; la valvola oscilla solo quando il tasto è abbassato.

Un'altra forma di disturbi è chiamata « scintillazione ». Si tratta dell'interferenza provocata dalle scintille che si determinano all'atto dell'apertura e della chiusura del tasto, se la tensione tra i due contatti è notevole. Questo disturbo non viene irradiato dall'antenna, ma può interferire con i ricevitori situati nei dintorni.

La tensione presente ai due terminali del tasto deve essere il più possibile bassa, anche per evitare che lo operatore possa venire colpito da scariche elettriche. Nel caso in cui questa tensione debba necessariamente essere alta, così da poter risultare pericolosa, occorre usare un sistema di interruzione a relais. In queste circostanze, il tasto comanda una bassa tensione, necessaria esclusivamente ad eccitare l'avvolgimento del relais; quest'ultimo provvede ad effettuare l'interruzione vera e propria nel circuito ad alta tensione.

Occorre tener conto di alcune altre precauzioni, necessarie per la protezione dei circuiti del trasmettitore. I circuiti di manipolazione non devono dar luogo a sovracorrenti attraverso trasformatori, condensatori e valvole, capaci di provocare inconvenienti. Per prevenire queste sovracorrenti, occorre, innanzi tutto, usare polarizzazioni fisse di protezione, come già spiegato nel corso della lezione precedente. Infatti, a tasto aperto, gli stadi che seguono quello in cui esso è disposto risultano privi di segnale di pilotaggio, e non si ha alcuna polarizzazione per corrente di griglia che limiti la corrente anodica delle valvole. Si introduce allora una polarizzazione fissa, che deve essere eguale almeno al 5% del valore della polarizzazione per corrente di griglia.

Il tasto può essere introdotto in qualunque punto del trasmettitore ove la sua apertura sospenda completamente l'emissione.

Manipolazione in circuiti ad alta tensione

In questo tipo di manipolazione, il tasto provvede ad i rrompere o a fornire l'alta tensione al circuito in cui è inserito. Generalmente, il tasto viene disposto in serie al conduttore negativo di ritorno, onde evitare la presenza di un'alta tensione verso massa. Sono possibili due metodi per effettuare la manipolazione, in circuiti ad alta tensione di uno stadio a R.F. e sono rappresentati alla **figura 2**. In **A** il tasto è inserito nel circuito di catodo, mentre in **B** è inserito nel circuito di griglia schermo: entrambi questi circuiti possono essere usati senza inconvenienti purchè si introduca un filtro per eliminare i « click », ed un relais per proteggere l'operatore.

Un altro metodo di manipolazione in circuiti ad alta tensione prevede la dislocazione del tasto nello stesso alimentatore. Questo metodo è soddisfacente se il tasto viene disposto prima dei filtri di livellamento. Infatti, tale disposizione riduce fortemente i « click », dato che i fronti ascendente e discendente degli impulsi risultano notevolmente inclinati; ciò dipende dall'alta costante di tempo dei circuiti di livellamento per la tensione anodica. Il principale inconveniente apportato da questo circuito, è la necessità di un alimentatore separato che fornisca la tensione di polarizzazione opportuna per evitare che i circuiti di raddrizzamento risultino danneggiati dalla mancanza di carico.

Il tasto può anche essere inserito nel circuito del primario del trasformatore di alimentazione. In questo caso la diminuzione dei « click » è ancora maggiore. Questo sistema introduce tuttavia particolari effetti di persistenza negli impulsi trasmessi, dando luogo ad un ritardo che può giungere fino alla formazione di interferenze tra due impulsi successivi. Tuttavia, un filtro passa-basso accuratamente progettato può eliminare questa difficoltà.

Manipolazione nel circuito di griglia

Una manipolazione per trasmettitori ad onda persistente può essere ottenuta bloccando la griglia di una valvola a tasto aperto, e sbloccandola a tasto chiuso. Un circuito atto ad effettuare tale funzione è rappresentato alla **figura 3**. Nel caso **A**, onde ottenere una interdizione del flusso elettronico nella valvola, viene aggiunta, alla normale tensione di polarizzazione, un'ulteriore tensione negativa di — 100 volt sulla griglia, presente solo a tasto aperto. Quando il tasto è chiuso, la batteria da 100 volt viene cortocircuitata attraverso una resistenza da 50.000 ohm, e quindi la tensione di polarizzazione di griglia scende al valore necessario per il corretto funzionamento della valvola.

Il circuito **B** è basato sul medesimo principio di funzionamento, l'unica differenza è derivante dal fatto che la tensione negativa di blocco viene applicata, trattandosi questa volta di un pentodo, alla griglia di soppres-

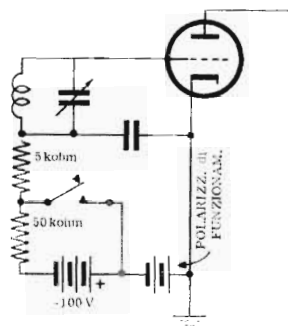



Fig. 3-A - Manipolazione di griglia. La valvola conduce a tasto chiuso, ed è in interdizione, (alta polarizzazione negativa) a tasto aperto.

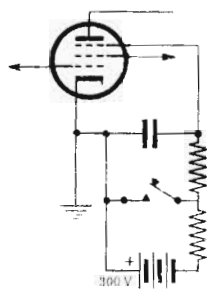



Fig. 3-B - in questo caso, la tensione negativa di interdizione viene applicata, attraverso il **tasto, alla** griglia di soppressione.

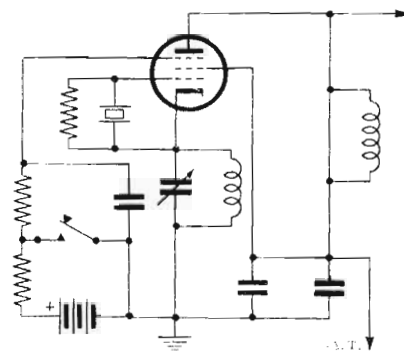



Fig. 4 - Oscillatore « tri-tet » a cristallo. E' uno dei casi di possibile manipolazione applicata ad un circuito oscillatore. La stabilità di frequenza sussiste grazie al cristallo.

sione. Naturalmente, al posto della batteria, può essere usata una qualunque altra sorgente di tensione continua, come ad esempio una speciale sezione dell'alimentatore.

I circuiti di manipolazione che agiscono bloccando e sbloccando la griglia, non sono efficaci nell'eliminare i transitori che si determinano all'atto dell'apertura e della chiusura del tasto. Occorre pertanto che, quando la manipolazione viene effettuata secondo questa tecnica, vengano aggiunti opportuni filtri di manipolazione, aventi lo scopo di attenuare, per quanto possibile, i transitori di cui si è detto.

Il tasto si può inserire anche nel circuito oscillatore, ma in questo caso è necessaria una particolare cura nella progettazione del circuito. Questo deve essere tale da non determinare spostamenti di frequenza, in conseguenza del cambiamento nell'impedenza di carico che si determina aprendo o chiudendo il tasto. Queste deviazioni di frequenza producono, nel ricevitore, dei caratteristici « cinguettii ». Il tasto nel circuito oscillatore è adatto specialmente nei casi in cui questo può funzionare correttamente con una bassa tensione di placca. Un circuito che si presta particolarmente allo scopo è il cosiddetto oscillatore « tri - tet », rappresentato alla **figura 4**.

Quando la manipolazione viene effettuata in un circuito oscillatore a cristallo, è necessario che il cristallo entri immediatamente in oscillazione all'atto della chiusura del tasto. Alcune volte ci si trova di fronte a cristalli che, prima di entrare in oscillazione, impiegano un certo tempo; altri, invece, entrano prontamente in funzionamento: la ragione di questo fenomeno è tuttora sconosciuta.

In un circuito oscillatore, il tasto può essere inserito sia nel circuito della griglia di soppressione, quando si tratta di pentodi, sia nei circuiti di placca, di catodo, od anche di griglia schermo.

Una difficoltà che si incontra nella manipolazione dello stadio oscillatore, riguarda il corretto funzionamento degli stadi successivi. Infatti, anche se l'oscillatore viene progettato in modo tale che non si abbia alcun apprezzabile « click » manovrando il tasto, gli stadi successivi, specialmente quelli in classe C a forte tensione di pilotaggio, hanno la tendenza a rendere verticale il fronte ascendente e discendente del segnale, in modo tale che si determina egualmente, all'uscita, un « click » di entità rilevante. Questa difficoltà può essere superata facendo in modo che la tensione di pilotaggio di tutti gli stadi amplificatori risulti limitata al minimo possibile, compatibilmente con le prestazioni richieste agli stadi stessi.

Un altro problema determinato dalla presenza del tasto nello stadio oscillatore riguarda la stabilità degli stadi successivi. Oscillazioni parassite in questi stadi possono, infatti, rendere i « click » provenienti dalla manipolazione oltremodo rilevanti. In questo caso non esiste alcun adeguato metodo di filtraggio.

Manipolazione mediante valvola elettronica

La manipolazione può essere effettuata anche con una valvola elettronica, e precisamente usando una valvola a bassa resistenza di placca, oppure più valvole in parallelo, connesse in serie ad un circuito del trasmettitore nel quale, normalmente, può essere inserito il tasto. Come si può osservare alla **figura 5**, quando il tasto è aperto, la valvola di manipolazione è polarizzata in modo tale da non condurre alcun flusso elettronico, e perciò presenta una resistenza interna molto elevata, comportandosi come un interruttore aperto. Quando il tasto è abbassato, la tensione di griglia si eleva, fino a determinare un elevato flusso elettronico all'interno della valvola. In conseguenza, la resistenza interna scende a valori molto bassi, e la valvola si comporta come un interruttore chiuso.

Comunque, tra la placca del circuito e massa, è sempre presente una certa resistenza, e quindi una corrispondente caduta di potenziale, e ciò anche se si dispongono più valvole in parallelo. Ne risulta che l'interruzione mediante valvola elettronica apporta sempre una certa perdita di rendimento, tanto maggiore quanto più è alta la resistenza interna della valvola, o del gruppo di valvole in parallelo, a tasto abbassato.

Nonostante questo inconveniente, la manipolazione elettronica presenta aspetti particolarmente favorevoli, come ad esempio la completa assenza di « click » e di scintillazioni. Inoltre, se si adotta la commutazione elettronica, è molto facile progettare dei filtri atti a sopprimere qualunque tipo di disturbo, date le tensioni piuttosto basse ai capi della valvola di commutazione.

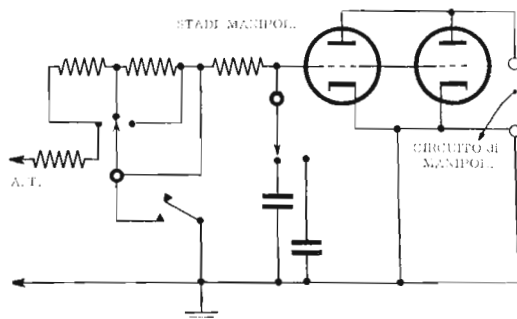



Fig. 5 - Manipolazione elettronica indiretta. A tasto aperto, le valvole sono in interdizione e non consentono il passaggio di corrente. Le capacità tra griglia e massa hanno il compito di attenuare i transitori del tasto («clicks»).

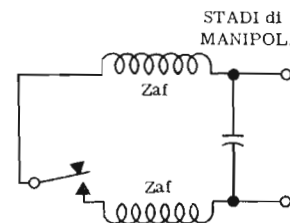



Fig. 6 - Circuito di filtro per la soppressione dei transitori di manipolazione. L'Alta Frequenza passa attraverso la capacità, e non attraverso il tasto, grazie alle due impedenze.

Circuiti di filtro

Per dare agli impulsi a radiofrequenza la forma desiderata, e per diminuire i transitori da cui sono originati i «click», si usano opportuni circuiti di filtro e di ritardo. La scintillazione dovuta al tasto o ai contatti del relais irradia onde elettromagnetiche che possono interferire con i ricevitori nelle vicinanze, oppure produrre oscillazioni smorzate, che vanno a modulare la uscita a radiofrequenza del trasmettitore.

Per prevenire l'effetto di scintillazione, la tensione ai capi dei tasti, o dei contatti del relais, deve essere mantenuta al minimo, e si deve usare un filtro passa-basso, il più possibile vicino al tasto o al relais. In molti casi, è sufficiente disporre in parallelo ai terminali del tasto, un semplice condensatore. Altre volte si rendono invece necessarie, in serie al circuito, due impedenze per l'Alta Frequenza, secondo la disposizione di **figura 6**. Il filtro ivi rappresentato, oltre a ridurre le scintillazioni, elimina le tensioni transitorie che modulano l'uscita del trasmettitore. Nel caso in cui sia presente un relais, una ulteriore riduzione dei disturbi dovuti alla scintillazione può essere ottenuta disponendo tale componente all'interno di una schermatura.

Il circuito di ritardo, rappresentato alla **figura 7**, è un filtro progettato per dare all'onda manipolata la forma adeguata (figura 1-A), ed inoltre contribuisce anch'esso validamente a diminuire il «click» e le tensioni transitorie. Esso è costituito da un condensatore disposto in parallelo al tasto e da una induttanza disposta in serie. Perchè un circuito di ritardo determini effettivamente un segnale d'uscita privo di disturbi ed armoniche, è necessario che i valori dei suoi componenti siano adatti: essi devono essere determinati sperimentalmente, e dipendono principalmente dalla tensione e dalla corrente del circuito. Nel caso di bassa corrente ed alta tensione, la capacità deve essere scarsa e l'induttanza rilevante; se invece la tensione è bassa e la corrente piuttosto forte, occorre un'alta capacità ed una bassa induttanza.

SISTEMI di MODULAZIONE di AMPIEZZA

Abbiamo trattato della teoria della modulazione di ampiezza di un segnale a radiofrequenza alla lezione 61ª. Ci occuperemo ora delle tecniche secondo le quali tale modulazione può essere realizzata.

Il metodo più comune per effettuare la modulazione d'ampiezza consiste nell'applicare il segnale ad audiofrequenza che si vuol trasmettere, dopo una opportuna amplificazione, direttamente sulla placca della valvola finale. Questo sistema, detto **modulazione di placca**, richiede che il segnale modulante abbia notevole potenza, e quindi viene anche chiamato «modulazione ad alto livello». La tensione di modulazione può essere applicata anche alla griglia controllo o al catodo e, nel caso di stadi finali a pentodo, alla griglia schermo o alla griglia di soppressione. Tutti questi sistemi sono detti a «basso livello di modulazione» poichè richiedono una scarsa potenza per il segnale modulante ad audiofrequenza. Talora, la modulazione viene effettuata in uno stadio che precede quello finale.

Modulazione di placca

Un circuito tipico per la modulazione di placca è quello di **figura 8**. Esso è in grado di assicurare una modulazione del 100%, corrispondente alla massima potenza inseribile nelle bande laterali, senza introdurre distorsione. Per una modulazione del 100%, l'ampiezza del segnale audio ai capi del secondario del trasformatore di modulazione *T2* deve raggiungere un valore di picco pari a quello della tensione anodica dello stadio finale. Pertanto, durante i picchi negativi del segnale modulante, l'ampiezza della radiofrequenza scende a zero, per l'annullarsi della tensione anodica.

Per ottenere una modulazione del 100%, è necessario che il modulatore sia in grado di fornire una potenza ad audiofrequenza pari alla metà della potenza a radiofrequenza irradiata dal trasmettitore non modulato. Ad esempio, se la potenza d'uscita non modulata del trasmettitore è di 100 watt, la potenza di picco del modulatore deve essere di 50 watt. Durante una trasmissione modulata al 100%, la potenza d'uscita totale del trasmettitore dovrebbe essere di 150 watt. Ciò, supponendo che il rendimento del trasmettitore sia del 100%. In pratica, il rendimento di uno stadio finale a radiofrequenza si aggira sul 70%, e quindi la potenza di uscita reale è notevolmente inferiore a 150 watt. Supponendo tuttavia, che l'uscita sia di 150 watt, 100 watt costituirebbero la potenza della portante e gli altri 50 risulterebbero suddivisi egualmente tra le due

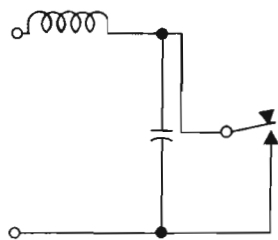



Fig. 7 - Circuito LC di ritardo, mediante il quale il funzionamento del tasto dà alla portante manipolata lo aspetto di figura 1-A.

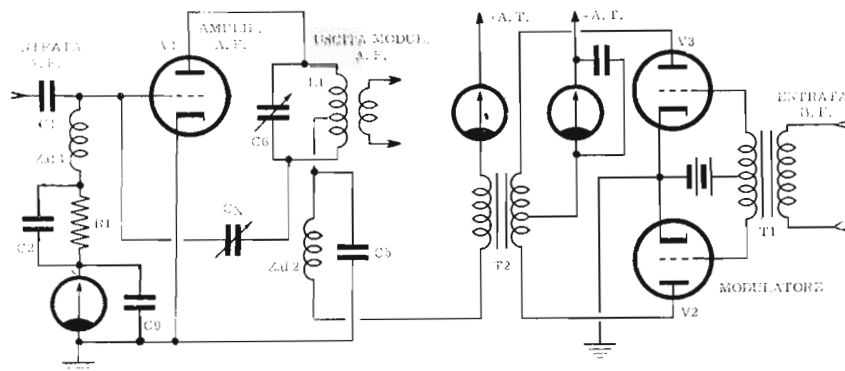



Fig. 8 - Esempio di modulazione di placca per variazione di ampiezza. Il segnale di B.F., amplificato dallo stadio « push-pull » (V2-V3), fornisce la tensione a B.F. ai capi del secondario di T2. In tal modo la tensione anodica di V1 varia in relazione al segnale B.F.

bande laterali di modulazione.

Poichè la tensione di placca dell'amplificatore finale a radiofrequenza, durante i picchi positivi del segnale modulante, risulta doppia della tensione di alimentazione anodica, anche la corrente di placca ne risulta raddoppiata, e la potenza di picco irradiata sale pertanto a quattro volte il valore della potenza della radiofrequenza non modulata (in condizioni di funzionamento ideali e con un segnale modulante perfettamente sinusoidale). Dato che la potenza varia proporzionalmente al quadrato della corrente, la corrente di antenna dipende dalla potenza irradiata. Durante la modulazione al 100%, essa sale del 22,5%. Ciò si può verificare, ad esempio, considerando i dati precedenti. Supponiamo che la resistenza del circuito di antenna sia di 50 ohm; la corrente di antenna, in condizioni di non-modulazione, si calcola mediante la formula:

$$P = I^2 R; \qquad I^2 = \frac{P}{R} = \frac{100}{50} = 2.$$

Si ha pertanto: $I = \sqrt{2} = 1.414$ ampère.

Con un'uscita di 150 watt, dovuta alla presenza di una modulazione al 100%, il nuovo valore di I, determinato con la stessa formula risulta:

$$I = \sqrt{3} = 1.732 \text{ ampère.}$$

Si ha quindi un aumento nella corrente, di 0.318 ampère corrispondente alla seguente percentuale di aumento:

$$\frac{0.318}{1,414} \times 100 = 22.5\%.$$

Quando il segnale modulante è sinusoidale, la tensione di modulazione raggiunge costantemente i medesimi valori di picco positivi e negativi, ad ogni ciclo. E' quindi abbastanza facile regolare la potenza modulante per il conseguimento di una modulazione del 100%. Normalmente, tuttavia, il segnale modulante a Bassa Frequenza è costituito dalla voce o da suoni musicali, e non è pertanto sinusoidale, nè a tensione di picco costante. La regolazione è allora più difficile, e ci si accontenta di percentuali di modulazione inferiori, onde assicurare una migliore riproduzione ed essere sicuri che non si verifichino sovramodulazioni.

Il trasformatore di modulazione

Per ottenere la massima efficienza del sistema, occorre che il trasformatore di modulazione T2 (figura 8) adatti perfettamente l'impedenza di uscita dello stadio finale del modulatore a quella dello stadio finale del trasmettitore vero e proprio. Per ottenere il rapporto di spire del trasformatore di modulazione si deve calcolare il rapporto tra queste due impedenze.

La resistenza di placca dello stadio a radiofrequenza si può calcolare come rapporto tra la tensione e la corrente di placca, mentre l'impedenza dello stadio finale B.F. si può trovare sui manuali in relazione alle valvole impiegate. Il rapporto di spire deve essere eguale alla radice quadrata del rapporto delle impedenze.

Ad esempio, se l'impedenza dello stadio finale a radiofrequenza è di 8 kohm, e quella dello stadio finale a B.F. è di 12 kohm, il rapporto di spire è dato da:

$$\text{rapporto di spire} = \sqrt{\frac{8.000}{12.000}} = \sqrt{0,75} = 0,866.$$

Per quanto riguarda il conduttore degli avvolgimenti, esso va calcolato in funzione delle correnti che percorrono i circuiti di placca primario e secondario. In ogni caso, dato che le potenze in gioco sono di un certo rilievo, i trasformatori di modulazione risultano quasi sempre di grosse dimensioni.

Il circuito di placca dell'amplificatore a R.F.

Nell'esempio di figura 8, il carico anodico è costituito dal circuito accordato di C6 - *L*1, che viene sintonizzato sulla frequenza del segnale di pilotaggio. *L*1 è provvista di presa al centro, in modo che sia possibile ottenere una neutralizzazione di placca, mediante il condensatore variabile C_N. L'impedenza per radiofrequenza *Zaf*2 ed il condensatore *C*5 hanno lo scopo di impedire al segnale a radiofrequenza presente nel circuito accordato di raggiungere il trasformatore di modulazione *T*3. Infatti, l'impedenza presenta una notevole reattanza alle alte frequenze, che vengono fugate a massa mediante il condensatore C5. Il segnale modulante, invece, non incontra resistenza apprezzabile passando attraverso *Zaf*2, nè si trova a massa attraverso il condensatore C5, che presenta rispetto ad esso, data la scarsa capacità, una resistenza praticamente infinita.

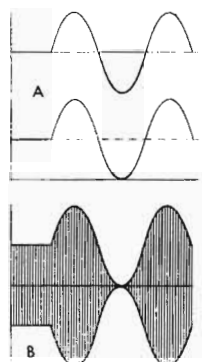



Fig 9 - A = Segnale B. F. e variazione di V_a. B = A.F. modulata.

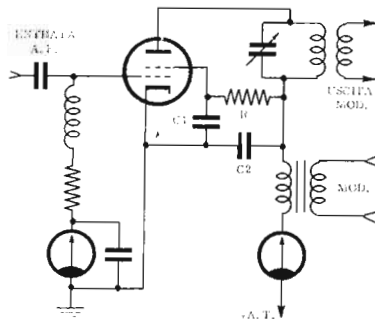



Fig. 10 - Modulazione di placca e griglia schermo. Si ha — in tal caso — minore distorsione che non modulando solo la griglia schermo.

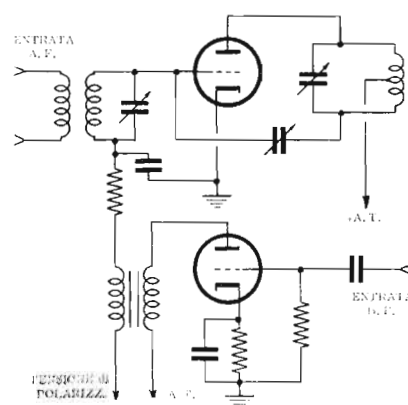



Fig. 11 - Modulazione di griglia. La tensione del segnale di B.F. è in serie a quella di polarizzazione della valvola. La potenza di modulazione necessaria è molto inferiore a quella richiesta per la modulazione di placca, ma la potenza A.F. ottenibile è molto minore.

Il modulatore

I modulatori per trasmettitori, quando si tratta di modulazione ad alto livello, sono semplicemente dei veri e propri amplificatori di potenza per Bassa Frequenza. In figura 8 è stato indicato il solo stadio finale del modulatore, perchè i precedenti non comportano alcuna caratteristica che li differenzi dai normali amplificatori ad audiofrequenza. In genere, dato che sono necessarie potenze rilevanti, gli stadi finali dei modulatori sono costituiti da due valvole in controfase, in classe B. Non si possono usare stadi in classe C poichè il maggiore rendimento e la maggiore potenza di uscita sarebbero accompagnati da forte distorsione.

Circa il principio di funzionamento della modulazione di placca, non riteniamo siano necessarie ulteriori spiegazioni. E' sufficiente ricordare che la tensione di uscita dello stadio finale a radiofrequenza *si somma* con la tensione fissa di alimentazione anodica; ne segue che quest'ultima risulta « modulata » dal segnale stesso, come si vede alla **figura 9-A**. La tensione a radiofrequenza di uscita assume pertanto anch'essa, un andamento proporzionale, come si vede alla figura 9-**B**. Occorre infine notare che la modulazione di placca richiede che la caratteristica tensione di placca-corrente di placca della finale a radiofrequenza sia lineare. Nel caso di tetrodi o di pentodi, come sappiamo, la corrente di placca ha un andamento del tutto diverso da quello richiesto da questo genere di modulazione (come abbiamo esposto alla lezione 49ª), e si rende pertanto necessaria un'altra tecnica di modulazione.

Modulazione di placca e griglia schermo

La corrente di placca di un tetrodo e di un pentodo risulta proporzionale alla tensione di griglia schermo, quasi come la corrente di un triodo è proporzionale alla tensione di placca. Per questa ragione, nel caso di stadi finali emittenti a tetrodo o a pentodo si usa la modulazione di placca e griglia schermo, illustrata alla **figura 10**.

La modulazione sulla sola griglia schermo sembrerebbe, a prima vista, più razionale, dato che la potenza modulante necessaria risulterebbe notevolmente diminuita. Tuttavia, si è trovato che, modulando contemporaneamente anche la placca, si ottiene una distorsione nettamente inferiore. Nello schema riportato a titolo di esempio, la resistenza *R* determina la necessaria caduta di tensione sulla griglia schermo, in condizioni di non modulazione. I due condensatori C1 e C2, di piccola capacità, servono per fugare a massa eventuali componenti a radiofrequenza presenti nel circuito di modulazione. Essi non hanno alcun effetto sulla B.F.

Modulazione di griglia

La modulazione di un trasmettitore può essere effettuata anche agendo sulla tensione di polarizzazione della griglia controllo. In questo caso si parla di « modulazione di griglia ». Un circuito di questo genere è riportato in **figura 11**. Il principale vantaggio della modulazione di griglia consiste nella bassa potenza modulante necessaria; per ottenere una modulazione del 100% su di un segnale a radiofrequenza di 100 watt, sono infatti sufficienti 2 watt di segnale ad audiofrequenza, applicati in griglia. Questa potenza, sia pur lieve, è necessaria data la presenza di una corrente di griglia: essa è comunque nettamente inferiore alla potenza necessaria per la modulazione in placca (50 watt).

La differenza nei confronti della modulazione di placca si rivela considerando la massima potenza ottenibile con una data valvola. Essa è, con la modulazione di griglia, circa ⅓ di quella ottenibile con la stessa valvola utilizzando la modulazione di placca. La ragione di ciò è da attribuirsi al fatto che con la modulazione di griglia la tensione anodica è sempre costante, e la modulazione è ottenuta variando l'efficienza di placca della valvola. Ne consegue che l'efficienza di placca non è massima durante gli interi cicli del segnale modulante a Bassa Frequenza, ma *solo durante i picchi positivi* di quest'ultimo. In media, l'efficienza di placca risulta diminuita, e come conseguenza, la massima potenza ottenibile dalla valvola scende al valore già detto, di ⅓ rispetto alla modulazione di placca.

Si ha anche un'altro svantaggio con la modulazione di griglia: una maggiore difficoltà ad evitare distorsione. A questo proposito, è necessaria una regolazione della massima accuratezza della tensione di placca dello stadio finale a RF, nonchè del carico (antenna), e occorre regolare la tensione di polarizzazione in modo che un segnale sinusoidale, applicato all'entrata del modulatore, non determini variazioni nella corrente di

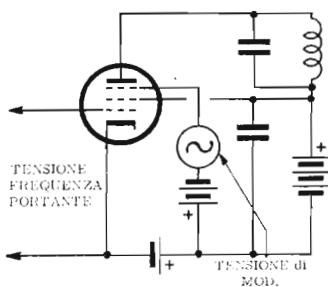



Fig. 12 - Modulazione applicata alla griglia di soppressione, in serie ad una tensione costante. Con percentuali di modulazione fino al 90%, si ottiene una minima distorsione del segnale.

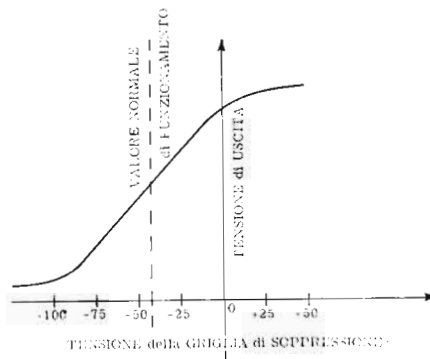



Fig. 13 - Funzionamento del circuito di fig. 12. La variazione della tensione di uscita è lineare per un buon tratto della curva.

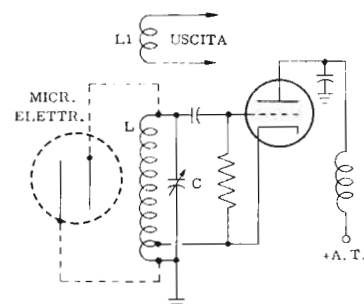



Fig. 14 - Modulazione di frequenza mediante un microfono elettrostatico in parallelo al circuito accordato.

placca della finale RF. Se tale risultato non si ottiene con nessuna tensione di polarizzazione, bisogna ripetere le operazioni con un segnale modulante di ampiezza inferiore. Naturalmente, prima di eseguire questa regolazione, lo stadio deve essere neutralizzato.

Come risultato, si ottiene che i picchi modulanti positivi non provocano saturazione di placca, nè quelli negativi provocano interdizione. Anche nelle migliori circostanze, tuttavia, la linearità ottenibile con la modulazione di griglia è sempre imperfetta.

Modulazione sulla griglia di soppressione

Tale tipo di modulazione è analogo a quello della modulazione di griglia controllo. Anche in questo caso, è sufficiente una piccola potenza modulante, dato che la corrente della griglia di soppressione è minima. Il circuito tipico illustrato alla **figura 12** indica che la tensione modulante, fornita dal secondario del trasformatore di modulazione, viene applicata alla griglia di soppressione in serie con una tensione fissa di polarizzazione. Finchè la polarizzazione fissa è tale che, anche nel corso dei picchi positivi del segnale audio, la tensione di griglia rimane negativa, è sufficiente una potenzia di pilotaggio minima. Questa potenza diviene maggiore nel caso in cui, in certi intervalli, la griglia di soppressione diventi positiva. La distorsione che si ottiene con questo tipo di modulazione è minima, almeno fino a che la percentuale di modulazione non supera il 90%. Come si può notare, infatti, esaminando la curva riportata alla **figura 13** la tensione di uscita varia quasi linearmente al variare della tensione di griglia di soppressione, almeno in un certo intervallo attorno al valore normale di funzionamento.

MODULATORI di FREQUENZA

Sulla modulazione di frequenza abbiamo già ampiamente detto (lezioni 76ª - 77ª - 79ª). Un circuito che, pur non essendo in pratica utilizzato, illustra chiaramente la natura del problema, è quello che impiega, per la modulazione di frequenza, un microfono a capacità. La **figura 14** ne riporta lo schema. Il lettore ricorderà, è già stato esaminato (pagina 626).

Da quanto esposto nella prima parte del Corso, sappiamo che le resistenze, le induttanze e le capacità hanno effetti differenti sulle correnti e sulle tensioni. Una resistenza agisce opponendosi al flusso della corrente (continua o alternata), e nel caso delle correnti alternate, inoltre, corrente e tensione sono in fase tra loro.

Se consideriamo un condensatore, invece, sappiamo che esso presenta resistenza infinita alle correnti continue. Rispetto alle correnti alternate esso offre una determinata resistenza — la cosiddetta reattanza capacitiva — che aumenta al diminuire della frequenza e diminuisce all'aumentare di questa. Inoltre, corrente e tensione non sono in fase, poichè la tensione segue la corrente, con un agnolo di sfasamento di 90°.

Sappiamo anche che il comportamento dell'induttanza è del tutto opposto a quello della capacità. Infatti, un'induttanza presenta resistenza nulla alla corrente continua, mentre rispetto alle correnti alternate offre una resistenza — detta, reattanza induttiva — che aumenta all'aumentare della frequenza e diminuisce al diminuire di essa. Anche con essa si ha uno sfasamento di 90° tra corrente e tensione, con la differenza che, questa volta, è la tensione a precedere la corrente.

Ognuno dei tre casi considerati svolge quindi, in un circuito, azioni caratteristiche. Tali azioni si manifestano anche quando, pur avendosi effettivamente una resistenza, di un condensatore o un'induttanza, siano presenti dei comportamenti resistivi, capacitivi o induttivi, originati da altri componenti o dal tipo stesso del circuito. Un effetto di questo genere avviene anche nel caso della valvola modulatrice a reattanza. Questa valvola, secondo il suo inserimento nel circuito, si può comportare induttivamente o capacitivamente.

La **figura 15** riporta lo schema di un tipico modulatore a reattanza con valvola a comportamento induttivo. Si noti che la parte a destra di $R1$ e $C1$ è un normale oscillatore Hartley. La frequenza di oscillazione di questo circuito dipende dai valori di L e di C. Un aumento di L o di C determina una diminuzione di frequenza, mentre una diminuzione di questi valori comporta un aumento di frequenza. In condizioni di risonanza, la corrente nel condensatore è pari alla corrente nell'induttanza. Essendo tali correnti sfasate tra loro di 180° (e ciò si comprende considerando che una precede la tensione di 90° e l'altra la segue dello stesso angolo), esse complessivamente si annullano, ed il circuito appare come se fosse puramente resistivo.

Se fosse possibile aggiungere corrente induttiva o

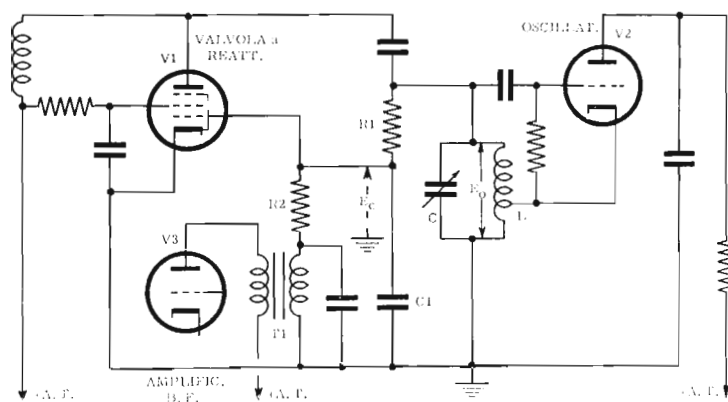



Fig. 15 - Circuito tipico di un modulatore di frequenza con valvola a reattanza (V1). La frequenza del segnale dipende dai valori L e C, e viene modificata dalle variazioni d'ampiezza del segnale tra R_1 e C_1.

Fig. 16 - Rappresentazione vettoriale di I_{R1} ed E_0 (in fase tra loro) e di E_c ed I_p, anche esse in fase tra loro, ma sfasate di 90° rispetto a I_{R1} ed E_0.

Fig. 17 - La valvola a reattanza si comporta come una induttanza variabile (tratteggiata), connessa in parallelo al circuito accordato.

capacitiva, si otterrebbe lo stesso effetto di una variazione nel valore dei componenti relativi. Una variazione di C o di *L* determina, infatti, un aumento o una diminuzione di corrente capacitiva o induttiva, il che sposta l'accordo del circuito su di un'altra frequenza di risonanza. Pertanto, aggiungendo una corrente capacitiva o induttiva mediante una sorgente esterna al circuito, si determina un cambiamento nella frequenza di oscillazione. Tale corrente esterna viene aggiunta per mezzo della valvola modulatrice a reattanza. Quest'ultima, come abbiamo detto, si può comportare sia induttivamente che capacitivamente, ed è pertanto possibile, disponendola in parallelo al circuito oscillante, modificare la corrente induttiva o quella capacitiva.

Per comprendere il funzionamento del circuito di figura 15, si prenda in considerazione il circuito *R1 - C1*, disposto in parallelo all'oscillatore. Si potrebbe pensare che esso abbassi notevolmente il Q del circuito *LC*; ciò non si verifica se la resistenza di *R1* e la reattanza di *C1* sono abbastanza elevate, in modo che la corrente attraverso questo ramo sia il più possibile ridotta.

In condizioni di risonanza, il circuito oscillante si comporta — come abbiamo detto — in modo puramente resistivo. Anche il ramo *R1 - C1* si comporta praticamente in modo resistivo se il valore di *R* è notevole, rispetto alla reattanza capacitiva di *C1*, e più precisamente di almeno dieci volte tale reattanza. Possiamo allora affermare che entrambe le correnti, attraverso *LC* ed attraverso *R1 - C1*, sono puramente resistive. Alla **figura 16** è rappresentato un diagramma vettoriale delle tensioni e delle correnti. La tensione E_0, presente ai capi del circuito *LC* è in fase con la corrente i_{R1} che percorre *R1*. Questa percorre però anche *C1*, determinando ai suoi capi una tensione, E_c, ritardata di 90°.

La tensione E_c ora considerata viene applicata alla griglia controllo della valvola a reattanza. Supponiamo dapprima che essa costituisca tutta la tensione di polarizzazione, non avendosi alcun segnale nel secondario del trasformatore *T1*, disposto in serie ad *R2*. La corrente di placca della valvola, I_p, è in fase con la tensione sulla griglia, ossia con E_c; ciò è illustrato dai relativi vettori della figura 16. La tensione di placca, invece, coincide con E_0, almeno per quanto riguarda la componente ad Alta Frequenza, e risulta quindi, rispetto alla corrente I_p, anticipata di 90°. La valvola si comporta, pertanto, come un componente induttivo, dato che la corrente segue di 90° la tensione ai suoi capi.

La corrente induttiva della valvola si aggiunge a quella già presente nella bobina *L*, e quindi si ha una variazione nella frequenza di accordo; quest'ultima non è più quella del circuito *LC* preso separatamente, ma risulta aumentata. Infatti, una maggiore corrente induttiva corrisponde a minore reattanza induttiva e quindi a minore induttanza. Con minore induttanza si ottiene, è noto, un aumento nella frequenza di risonanza.

Se ora si varia la tensione di polarizzazione di *V1*, aggiungendo una componente ad audiofrequenza, proveniente dal secondario di *T1*, in serie alla tensione fissa E_c, anche la corrente di placca varia in proporzione, e con essa la frequenza di accordo del circuito oscillante. Come si può notare, l'amplificatore ad audiofrequenza viene accoppiato al circuito di griglia della valvola modulatrice a reattanza. Non sono necessari stadi di potenza perchè la valvola a reattanza non conduce corrente di griglia.

Durante le semionde positive del segnale audio, la griglia di *V1* risulta più positiva, e pertanto la corrente nella valvola aumenta, determinando un corrispondente aumento nella frequenza di risonanza del circuito oscillante. Anche questa volta, l'ampiezza del segnale audio determina l'entità dell'escursione in frequenza, mentre la sua frequenza determina la velocità di variazione. Nessun elemento agisce sull'ampiezza del segnale generato. Siamo quindi proprio nelle condizioni che abbiamo visto necessarie per ottenere la modulazione di frequenza. Occorre aggiungere che, col sistema della valvola a reattanza, si ottiene una modulazione quasi perfettamente lineare. La **figura 17** indica, schematicamente, la funzione della valvola a reattanza, ivi rappresentata mediante l'induttanza variabile tratteggiata.

Come circuito di sfasamento tra la tensione e la corrente nella valvola a reattanza, è stato usato, nell'esempio di figura 15, il condensatore *C1*, in serie ad *R1*: si è così ottenuto uno spostamento di fase tale da rendere la valvola induttiva. Utilizzando altri tipi di reti *RC* di sfasamento, è possibile ottenere sfasamenti che rendono la valvola capacitiva, ossia tale che la corrente che la percorre preceda la tensione di 90°. Per quanto riguarda l'effetto finale, le valvole a reattanza capacitiva portano a risultati simili a quelle a reattanza induttiva.

DOMANDE sulle LEZIONI 127ª e 128ª

N. 1 —
Come può essere definita un'onda persistente?

N. 2 —
Per quale motivo un'onda persistente può essere usata per le radio comunicazioni, solo in telegrafia?

N. 3 —
In quale modo è possibile migliorare la stabilità di frequenza in un trasmettitore funzionante su frequenze elevate?

N. 4 —
In un trasmettitore munito di più valvole funzionanti in Alta Frequenza, quale è il compito dello stadio separatore?

N. 5 —
Per quale motivo, in un trasmettitore, si ottengono segnali di uscita perfettamente sinusoidali, sebbene gli stadi funzionino in classe C, ossia con notevole distorsione della forma d'onda?

N. 6 —
Quale è la causa più comune per la quale si ha spesso instabilità nella frequenza di un trasmettitore?

N. 7 —
In quale caso si ottiene il massimo rendimento in uno stadio funzionante in classe C?

N. 8 —
Negli stadi amplificatori con corrente di griglia, quale vantaggio può apportare la polarizzazione per «falla di griglia»?

N. 9 —
Qual'è il compito della batteria di protezione, usata per la polarizzazione «mista» degli stadi funzionanti in classe C?

N. 10 —
Qual'è, negli oscillatori, il compito dei circuiti di neutralizzazione?

N. 11 —
Cosa si intende per «manipolazione» di un'onda portante ad Alta Frequenza?

N. 12 —
Quando il tasto è inserito in circuiti ad alta tensione, come è possibile evitare il pericolo di scariche elettriche all'operatore?

N. 13 —
In quale modo avviene la cosidetta «manipolazione elettronica»?

N. 14 —
Nella modulazione di placca, quale relazione sussiste tra la potenza ad Alta Frequenza e la potenza di modulazione a Bassa Frequenza?

N. 15 —
Qual'è il vantaggio della modulazione di placca e di schermo, nei confronti della sola modulazione di schermo?

N. 16 —
Quali sono i vantaggi e gli svantaggi della modulazione di griglia, nei confronti della modulazione di placca, agli effetti della potenza irradiata?

RISPOSTE alle DOMANDE di p. 1001

N. 1 — Il campo magnetico e quello elettrico sono perpendicolari tra loro. La direzione dell'onda elettromagnetica risultante è perpendicolare ad entrambi.

N. 2 — Il fatto che il campo magnetico e quello elettrico vibrano sul medesimo piano. La direzione di vibrazione del campo elettrico viene presa come senso di polarizzazione.

N. 3 — Le onde spaziali vengono usate per comunicazioni diurne, a frequenza elevata ed a grande distanza. Le onde terrestri per trasmissioni a breve distanza, con frequenza elevata e bassa potenza, o a lunga distanza, con frequenza bassa e forte potenza.

N. 4 — In due parti: onda terrestre vera e propria, e onda aerea. Quest'ultima si propaga in parte in linea retta, ed in parte per riflessione da parte della terra.

N. 5 — Dal fatto che dette onde, passando attraverso i vari strati superiori, vengono di volta in volta rifratte, e tornano sulla terra a grande distanza.

N. 6 — Quella parte di atmosfera rarefatta, i cui atomi vengono ionizzati dai raggi ultravioletti emessi dal sole e dai raggi cosmici. Si trova tra 15 e 500 km al di sopra della superficie terrestre.

N. 7 — In tre strati: D, E ed F. Quest'ultimo, a sua volta, si divide in due strati, F1 ed F2.

N. 8 — Una zona in cui non ha luogo la ricezione, compresa tra il punto massimo di arrivo delle onde terrestri, e l'inizio della zona in cui arrivano le onde spaziali riflesse o rifratte.

N. 9 — Nella variazione di intensità del segnale ricevuto. Alle variazioni del grado di ionizzazione dei diversi strati.

N. 10 — Non necessitano di linee di trasmissione; il collegamento al trasmettitore ne fa parte integrante, ed irradia anchesso.

N. 11 — Nel primo caso, il cavo di alimentazione è connesso ad un ventre di corrente, nel secondo ad un ventre di tensione.

N. 12 — Perchè possono avere una lunghezza limitata alla sola quarta parte della lunghezza d'onda.

N. 13 — Aggiungendo un carico induttivo.

N. 14 — Per la sua bassa resistenza di irradiazione.

N. 15 — Per la loro direzionalità. La sensibilità, infatti, è massima quando il piano della spira coincide con la direzione di provenienza delle onde.

N. 16 — Come il rapporto tra l'intensità di campo in un punto compreso nel lobo della direzione principale dell'antenna in esame, e l'intensità del campo fornito da un'antenna isotropica. Viene normalmente espresso in decibel.

N. 17 — Variando l'angolo tra i due rami, fino a far coincidere le direzioni principali di propagazione.

N. 18 — La prima ha un funzionamento bidirezionale, la seconda — invece — monodirezionale.

REGOLAMENTO INTERNAZIONALE delle TELECOMUNICAZIONI

ARTICOLO 1

DEFINIZIONI

Stazione d'amatore: una stazione che lavora nel servizio d'amatore.

Servizio d'amatore: un servizio di istruzione individuale d'intercomunicazione e di studio tecnico effettuato da amatori, ossia da persone debitamente autorizzate, interessate alla radiotecnica a titolo unicamente personale e senza interesse pecuniario.

Frequenza assegnata a una stazione: la frequenza che coincide con il centro della banda di frequenza in cui la stazione è autorizzata a lavorare. Questa frequenza non corrisponde necessariamente a una qualsiasi frequenza dell'emissione.

Larghezza di banda occupata da una emissione: la banda di frequenza comprendente il 99 % della potenza totale irradiata, estesa ad includere ogni singola frequenza in cui la potenza è almeno lo 0,25 % della totale potenza irradiata.

Tolleranza di frequenza: la tolleranza di frequenza espressa in percentuale o in cicli per secondo è la massima deviazione ammissibile rispetto alla frequenza di riferimento (1) della frequenza caratteristica corrispondente di una emissione; la frequenza di riferimento può differire dalla frequenza assegnata ad una stazione di una quantità fissa e determinata.

(1) Il concetto di frequenza di riferimento diviene necessario per includere le numerose classi di emissione che entrano ora in uso, quali le emissioni a banda laterale unica (single sideband) e le emissioni a canali multipli. Questa frequenza di riferimento è semplicemente una frequenza scelta per ragioni di comodità. L'emissione comprende infatti delle frequenze caratteristiche dell'emissione stessa (per esempio, la frequenza portante propriamente detta, o una frequenza particolare in una banda laterale) in contrapposizione alla frequenza assegnata ed alla frequenza di riferimento, che possono essere considerate come semplici numeri. Lo scopo, tenuto conto delle qualità fisiche degli apparecchi, è che una di queste frequenze caratteristiche coincida sempre con la frequenza di riferimento. E' questa frequenza caratteristica, che si considera come corrispondente alla frequenza di riferimento. La tolleranza di frequenza è lo sconto massimo ammissibile entro queste due frequenze, ossia: la frequenza di riferimento che è un semplice numero, e la frequenza caratteristica corrispondente, che fa fisicamente parte dell'emissione.

POTENZA DI TRASMETTITORE

a) Salvo indicazione contraria, non si utilizzerà che la definizione di « Potenza di cresta di un radiotrasmettitore » come segue:

Potenza di cresta di un radiotrasmettitore: la potenza media fornita all'antenna durante un ciclo a radio frequenza, alla cresta più alta dell'inviluppo della modulazione, considerata in condizioni normali di funzionamento.

b) In casi in cui la precedente definizione non sia sufficiente alla classificazione delle emissioni per caratterizzarne completamente le proprietà pratiche, si potrà considerare la seguente definizione di « Potenza media di un radiotrasmettitore ».

Potenza media di un radiotrasmettitore: la potenza fornita all'antenna in condizioni normali di funzionamento, considerate in tempo abbastanza lungo, rispetto al periodo corrispondente alla più bassa frequenza riscontrata nella reale modulazione. (2)

c) Quando le parole « Potenza di cresta » o « Potenza media » non sono usate nel contesto, deve essere seguita dalla lettera « P », e quella rappresentante la potenza media dalla lettera « M ».

(2) In generale si sceglierà un tempo di 1/10 di secondo durante il quale la potenza media è al massimo.

ARTICOLO 2

Designazione delle emissioni: Le emissioni sono designate secondo la loro classificazione e la larghezza di banda che occupano.

SEZIONE I: CLASSIFICAZIONE

Le emissioni sono classificate e simbolizzate secondo le seguenti caratteristiche:

(1) Tipo di modulazione;
(2) Tipo di trasmissione;
(3) Caratteristiche supplementari

(1) Tipo di modulazione:	Simbolo
a) Ampiezza	A
b) Frequenza (o fase)	F
c) Impulsi	P

(2) Tipo di trasmissione:	Simbolo
a) Assenza di ogni modulazione destinata a trasmettere l'informazione .	0 (zero)
b) Telegrafia senza l'uso di modulazione con una frequenza udibile . .	1
c) Telegrafia per manipolazione d'una frequenza di modulazione udibile o di frequenze di modulazioni audibili, o per manipolazione della emissione modulata (caso particolare: emissione modulata e non manipolata)	2
d) Telefonia	3
e) Facsimile	4
f) Televisione	5
g) Trasmissioni complesse e casi non contemplati	9

(3) Caratteristiche supplementari:	Simbolo
a) Doppia banda laterale, portante completa	(nulla)
b) Banda laterale unica, portante ridotta	a
c) Due bande laterali indipendenti, portante ridotta	b
d) Altre emissioni, portante ridotta .	c
e) Impulsi, modulazione di ampiezza .	d
f) Impulsi, modulazione di larghezza .	e
g) Impulsi, modulazione di fase o di posizione	f

In ordine all'argomento della trasmissione radio, è utile conoscere quali siano le definizioni e le norme che, in sede di accordi internazionali, regolano e uniformano tutte le emissioni.

La convenzione attuale, che riproduciamo per quella parte che può interessare i nostri lettori, è stata siglata ad Atlantic City.

Con l'ausilio di queste pagine (l'argomento verrà ripreso e completato in lezioni future), si può intanto definire, ed individuare in modo inequivocabile, a mezzo di simboli, una trasmissione, in relazione alle sue peculiari caratteristiche.

Tipo di modulazione	Tipo di modulazione	Caratteristiche supplementari	Simbolo
Modulazione di ampiezza	Assenza di modulazione		A0
	Telegrafia senza l'uso di audiofrequenza modulante (modulazione per interruzione di portante)		A1
	Telegrafia per manipolazione di una frequenza di modulazione audibile o di frequenze di modulaz. audibili, o per la manipolazione dell'emissione modulata (caso particolare: emissione modulata non manipolata)		A2
	Telefonia	Due bande laterali portante completa	A3
		Banda laterale unica, portante ridotta	A3a
		Due bande laterali indipendenti, portante ridotta	A3b
	Facsimile		A4
	Televisione		45
	Trasmissioni complesse e casi non contemplati		A9
	Trasmissioni complesse	Portante ridotta	A9c
Modulazione di frequenza o di fase	Assenza di modulazione		F0
	Telegrafia senza l'uso di freq. modulante audibile (telegrafia per interruzione di portante)		F1
	Telegrafia per manipolazione di una frequenza modulante audibile o di frequenze modulanti audibili, o per manipolazione dell'emissione modulata (caso particolare: emissione modulata da una frequenza audibile non manipolata		F2
	Telefonia		F3
	Facsimile		F4
	Televisione		F5
	Trasmissioni complesse e casi non contemplati		F9
Modulazione a impulsi	Assenza di modulazione destinata a trasmettere una informazione		P0
	Telegrafia senza l'uso di una frequenza audibile modulante		P1
	Telegrafia per manipolazione di una frequenza audibile modulante o di frequenze audibili modulanti, o per manipolazione dell'impulso modulato (caso particolare: impulso modulato non manipolato)	Frequenza audibile o frequenze audibili modulanti l'impulso in ampiezza	P2d
		Frequenza audibile o frequenze audibili modulanti l'impulso in larghezza	P2e
		Frequenza audibile o frequenze audibili modulanti l'impulso in fase o in posizione	P2f
	Telefonia	Modulazione d'ampiezza	P3d
		Modulazione di larghezza	P3e
		Modulazione di fase (o di posizione)	P3f
	Trasmissioni complesse e casi non contemplati		P9

TABELLA 92 — ABBREVIAZIONI per TRASMISSIONI RADIOTELEGRAFICHE

Nella trasmissione radiotelegrafica, oltre all'impiego di appositi codici che faremo conoscere e che, si noti, consentono una comunicazione tra corrispondenti anche se gli stessi ignorano la lingua reciproca, si fa largo uso di abbreviazioni.

Quelle che qui riportiamo sono di uso comune: pur essendo basate sulla fonetica della lingua inglese, sono note internazionalmente. Alle abbreviazioni ricorrono spesso sia le stazioni commerciali, sia quelle degli amatori.

Abbreviazione	Significato
Abt	circa
ac	corrente alternata
acct	spiegazione
adr	indirizzo
aer	circa
af	bassa frequenza
agn	di nuovo
ahd	avanti
am	modulazione di ampiezza
amp	ampère
amt	quantità
ani	ogni
ant	antenna
Bcl	radio ascoltatore
bcnu	arrivederci
bcz	a causa di
bd	cattivo
bi	a mezzo di
bk	duplex
bkg	rottura
blo	credere
bn	stato
bt	bassa tensione
btn	tra
btr	meglio
bu	stadio separatore
bug	tasto semiautomatico
b4	prima
C	si
call	chiamata, nominativo
cans	cuffia
cd	potere
cfm	conferma
ck	controllo
ckt	circuito
cl, cld	chiamare, chiamata
cn	potere
cndx	condizioni di propagazione
cnt	non potere
co	oscillatore a cristallo
congrats	congratulazioni
cq	chiamata generale
crd	cartolina
cu	vi troverò
cuagn	arrivederci
cud	potere
cul	arrivederci
cw	grafia
Dc	corrente continua
dld	stabilito
dly	decisione
dope	stazione
dr	caro
dx	distanza
Eco	oscill. accopp. elettronico
es	ed
Fb	molto bene
fd	duplicatore di frequenza
fone	fonia
fil	filamento
fm	da, modul. di frequenza
fones	telefoni
fr	per
freq	frequenza
Ga	andate avanti, buongiorno
gb	arrivederci
gba	date miglior indirizzo
gd	terra
ge	buona sera
gg	andando
gld	contento
gm	buon giorno
gn	buona notte
gsa	date qualche indirizzo
gud	buono
Ham	amatore
hbn	sono stato
hf	alta frequenza
hi	risata
hpe	spero
hr	qui, udire
hrd	udito
ht	alta tensione
hv	avere
hvy	forte, pesante, molto
hw	come mi sentite ?
I	io
inpt	ingresso
Lid	cattivo operatore
ltr	più tardi, lettera
Ma	milliampère, mod. di ampiez.
mg	gruppo generatore
mi	mio
mike	microfono
mils	milliampère
mn	minuto
mni	molto
mo	oscillatore pilota
msg	messaggio
N	no
nd	niente da fare
new	nuovo
nice	bello, ben fatto
nil	niente per voi
nm	non più
nr	vicino, numero
nsa	non questo indirizzo
nw	adesso
Ob	caro amico
oc	vecchio amico
ok	sta bene
om	caro vecchio
on	in aria, in onda
oo	osservatorio ufficiale
opn	operazioni
opr	operatore
ops	stazione ufficiale
ot	vecchio radioamatore
ow	vecchia amica
Pa	amplificatore di potenza
pbl	preambolo
pp	push-pull
ppa	amplificatore push-pull
pse	per favore
punk	cattivo operatore
px	stampa
R	ricevuto
rac	corr. altern. rettificata
rcd	ricevuto
rcvr	ricevitore
rdo	radio
rf	radiofrequenza
ri	radio ispettore
rig	stazione
rprt	rapporto
rpt	ripetere
rx	ricevitore
Sa	dire
sed	detto
sez	dice
sig, sg	firma
sigs	segnali
sine	iniziali personali
sked	appuntamento
sl	saluti
sld	integralmente
sn	presto
sri	spiacente
svc	servizio
Tc	termocoppia
test	prova
tfc	traffico
tng	cosa
tmw	domani
trub	guasti, disturbi
tt	quello
tu, tks	grazie
tx	trasmettitore
U	voi
ur	vostro, voi siete
urs	vostri
Vf	frequenza variabile
vfo	oscillatore variabile
vt	valvola
vy	molto
Wa	parola dopo
wb	parola prima
wd	vorrebbe, parola
wds	parole
wkd	lavorato
wkg	lavorando
wl	sarà bene
wt	cosa? aspettare, wait
wud	sarebbe
wv, wl	onda, lunghezza d'onda
wx	tempo
xmtr	trasmittente
Xs	atmosferici
xtal	cristallo
xyl	moglie
yf	moglie
yl	signorina
yr	vostro
2 nite	stanotte, stasera
73	i migliori saluti
88	affettuosità

TABELLA 93 — PREFISSI di NAZIONALITA' di STAZIONI EMITTENTI a CARATTERE COMMERCIALE

Qualsiasi stazione emittente deve, in base ad accordi internazionali, possedere un proprio nominativo. Tale nominativo, scelto nell'ambito nazionale con lettere e nomi, deve essere preceduto, sempre, da un prefisso in base al quale possa subito essere individuata la nazionalità della trasmittente.

Quella che segue è appunto la lista dei prefissi di nazionalità, che devono essere anteposti ai nominativi delle stazioni radio a carattere commerciale e di radio diffusione. Si intende che, all'interno di ciascun gruppo delimitato dalle lettere, vengono scelte le possibili combinazioni.

Per le stazioni dilettantistiche si ha un'altra apposita lista, che pubblicheremo nelle lezioni ad esse dedicate.

Prefissi	Nazionalità
AAA - ALZ	Stati Uniti d'Am.
AMA - AOZ	Spagna
ATA - AWZ	India
AXA - AXZ	Australia
AYA - AZZ	Repub. Argentina
BAA - BZZ	Cina
CAA - CEZ	Cile
CFA - CKZ	Canadà
CLA - CMZ	Cuba
CNA - CNZ	Marocco
COA - COZ	Cuba
CPA - CPZ	Bolivia
CQA - CRZ	Colonie portoghesi
CSA - CUZ	Portogallo
CVA - CXZ	Uruguay
CYA - CZZ	Canadà
DAA - DTZ	Germania
DUA - DZZ	Filippine
EAA - EHZ	Spagna
EIA - EJZ	Irlanda
EKA - EKZ	U.R.S.S.
ELA - ELZ	Liberia
EMA - EOZ	U.R.S.S.
EPA - EQZ	Iran
ERA - ERZ	U.R.S.S.
ESA - ESZ	Estonia
ETA - ETZ	Etiopia
EUA - EWZ	Repub. Bielorussa
EXA - EZZ	U.R.S.S.
FAA - FZZ	Francia
GAA - GZZ	Gran Bretagna
HAA - HAZ	Ungheria
HBA - HBZ	Svizzera
HVA - HDZ	Equador
HEA - HEZ	Svizzera
HFA - HFZ	Polonia
HGA - HGZ	Ungheria
HHA - HHZ	Haiti
HIA - HIZ	Rep. Dominicana
HJA - HKZ	Colombia
HLA - HMZ	Corea
HNA - HNZ	Iraq
HOA - HPZ	Panama
HQA - HRZ	Honduras
HSA - HSZ	Tailandia
HTA - HTZ	Nicaragua
HUA - HUZ	San Salvador
HVA - HVZ	Vaticano
HWA - HYZ	Francia
HZA - HZZ	Arabia Saudita
IAA - IZZ	Italia
JAA - JSZ	Giappone
JTA - JVZ	Mongolia
JWA - JXZ	Norvegia
JYA - JYZ	Giordania
JZA - JZZ	N. Guinea Oland.
KAA - KZZ	U.S.A.
LAA - LNZ	Norvegia
LOA - LWZ	Argentina
LXA - LXZ	Lussemburgo
LYA - LYZ	Lituania
LZA - LZZ	Bulgaria
MAA - MZZ	Gran Bretagna
NAA - NZZ	U.S.A.
OAA - OCZ	Perù
ODA - ODZ	Libano
OEA - OEZ	Austria
OFA - OJZ	Finlandia
OKA - OMZ	Cecoslovacchia
ONA - OTZ	Belgio
OUA - OZZ	Danimarca
PAA - PIZ	Olanda
PJA - PJZ	Antille Olandesi
PKA - POZ	Indonesia
PPA - PYZ	Brasile
PZA - PZZ	Surinam
RAA - RZZ	U.R.S.S.
SAA - SMZ	Svezia
SNA - SRZ	Polonia
SSA - SSM	Egitto
SSN - STZ	Sudan
SUA - SUZ	Egitto (U.A.R.)
SVA - SSZ	Grecia
TAA - TCZ	Turchia
TDA - TDZ	Guatemala
TEA - TEZ	Costa Rica
TFA - TFZ	Islanda
TGA - TGZ	Guatemala
THA - THZ	Francia
TIA - TIZ	Costa Rica
TJA - TRZ	Francia
TSA - TSM	Tunisia
TSN - TZZ	Francia
UAA - UQZ	U.R.S.S.
URA - UTZ	Ucraina
UAA - UZZ	U.R.S.S.
VAA - VGZ	Canadà
VHA - VNZ	Australia
VOA - VOZ	Canadà
VPA - VSZ	Colonie Britan.
VTA - VWZ	India
VXA - VYZ	Canadà
VZA - VZZ	Australia
WAA - WZZ	U.S.A.
XAA - XIZ	Messico
XJA - XOZ	Canadà
XPA - XPX	Danimarca
XQA - XRZ	Cile
XSA - XSZ	Cina
XTA - XTZ	Francia
XUA - XUZ	Cambogia
XVA - XVZ	Viet Nam
XWA - XWZ	Laos
XXA - XXZ	Colonie Portoghesi
XYA - XZZ	Burma
YAA - YAZ	Afganistan
YBA - YHZ	Indonesia
YIA - YIZ	Iraq
YJA - YJZ	Nuove Ebridi
YKA - YKZ	Siria (U.A.R.)
YLA - YLZ	Latvia
YMA - YMZ	Turchia
YNA - YNZ	Nicaragua
YOA - YRZ	Rumenia
YSA - YSZ	San Salvador
YTA - YUZ	Iugoslavia
YVA - YYZ	Venezuela
YZA - YZZ	Iugoslavia
ZAA - ZAZ	Albania
ZBA - ZJZ	Colonie Britan.
ZKA - ZMZ	Nuova Zelanda
ZNA - ZOZ	Colonie Britan.
ZPA - ZPZ	Paraguay
ZQA - ZQZ	Colonie Britan.
ZRA - ZUZ	Un. Sudafricana
ZVA - ZZZ	Brasile
2AA - 2ZZ	Gran Bretagna
3AA - 3AZ	Monaco
3BA - 3FZ	Canadà
3GA - 3GZ	Cile
3HA - 3UZ	Cina
3VA - 3VZ	Tunisia
3WA - 3WZ	Viet Nam
3XA - 3XZ	Guinea
3YA - 3YZ	Norvegia
3ZA - 3ZZ	Polonia
4AA - 4CZ	Messico
4DA - 4IZ	Filippine
4JA - 4LZ	U.R.S.S.
4MA - 4MZ	Venezuela
4NA - 4OZ	Iugoslavia
4PA - 4SZ	Ceylon
4TA - 4TZ	Perù
4UA - 4UZ	Nazioni Unite
4VA - 4VZ	Haiti
4WA - 4WZ	Yiemen
4XA - 4XZ	Israele
4YA - 4YZ	Organizz. Internaz. Aviazione Civile
4ZA - 4ZZ	Israele
5AA - 5AZ	Libia
5CA - 5GZ	Marocco
5JA - 5KZ	Colombia
5LA - 5MZ	Liberia
5PA - 5QZ	Danimarca
5RA - 5VZ	Francia
6AA - 6BZ	Egitto (U.A.R.)
6CA - 6CZ	Siria (U.A.R.)
6DA - 6JZ	Messico
6KA - 6NZ	Corea
6OA - 6OZ	Somalia
6PA - 6SZ	Pakistan
6TA - 6UZ	Sudan
7AA - 7IZ	Indonesia
7JA - 7NZ	Giappone
7SA - 7SZ	Svezia
7ZA - 7ZZ	Arabia Saudita
8AA - 8IZ	Indonesia
8IA - 8NZ	Giappone
8SA - 8SZ	Svezia
8TA - 8YZ	India
8ZA - 8ZZ	Arabia Saudita
9AA - 9AZ	San Marino
9BA - 9DZ	Iran
9EA - 9FZ	Etiopia
9GA - 9GZ	Ghana
9KA - 9KZ	Kuwait
9MA - 9MZ	Malesia
9NA - 9NZ	Nepal
9OA - 9UZ	Congo

TABELLA 94 — CARATTERI TELEGRAFICI dell'ALFABETO MORSE

Abbiamo visto che, interrompendo opportunamente la corrente ad opera di un tasto apposito, è possibile inviare messaggi per via radio sotto forma di impulsi di radiofrequenza, secondo un determinato codice. Detto codice consiste nella trasmissione di brevi impulsi (punti) o di impulsi più lunghi (linee) che, disposti in numerose combinazioni, consentono di rappresentare sia lettere che numeri o segni convenzionali.

La tabella che segue riporta appunto i caratteri dell'alfabeto, nonchè i numeri (che esistono solo dall'uno allo zero, in quanto sono possibili tutte le combinazioni), la punteggiatura, ed alcuni segni convenzionali.

Nell'alfabeto, oltre alle 26 lettere normali, sono elencati, a parte, sette suoni speciali (vocali accentate, con dieresi, tilde, ecc.) di cui solo alcuni sono in uso anche nella lingua italiana.

Un particolare di una certa importanza nella trasmissione di messaggi telegrafici mediante l'alfabeto Morse, è che non esistono lettere maiuscole o minuscole. Data la necessaria brevità delle singole comunicazioni, questi particolari relativi al comune modo di scrivere perdono la loro importanza.

L'apprendimento di questo codice deve essere effettuato non in base all'aspetto che ogni carattere ha quando è tradotto in punti e linee sulla carta, bensì in base alla carateristica sonora di ogni segno, consistente cioè in impulsi di diversa durata, ed in varie combinazioni, di una nota scelta opportunamente.

ALFABETO

a	=	· —	r	=	· — ·
b	=	— · · ·	s	=	· · ·
c	=	— · — ·	t	=	—
d	=	— · ·	u	=	· · —
e	=	·	v	=	· · · —
f	=	· · — ·	w	=	· — —
g	=	— — ·	x	=	— · · —
h	=	· · · ·	y	=	— · — —
i	=	· ·	z	=	— — · ·
j	=	· — — —			
k	=	— · —	ä	=	· — · —
l	=	· — · ·	à	=	· — — · —
m	=	— —	ch	=	— — — —
n	=	— ·	é	=	· · — · ·
o	=	— — —	ñ	=	— — · — —
p	=	· — — ·	ö	=	— — — ·
q	=	— — · —	ü	=	· · — —

ALTRI CARATTERI

Numeri		Punteggiatura			Segni convenzionali	
1 =	· — — — —	punto	(.) =	· — · — · —	attesa	= · — · · ·
2 =	· · — — —	virgola	(,) =	— — · · — —	cancellatura	= · · · · · · · ·
3 =	· · · — —	due punti	(:) =	— — — · · ·	fine	= · — · — ·
4 =	· · · · —	trattino	(-) =	— · · · · —	inizio messaggio	= — · — · —
5 =	· · · · ·	punto e virgola	(;) =	— · — · — ·	intervallo	= · — · · ·
6 =	— · · · ·	apostrofo	(') =	· — — — — ·	ricevuto	= · — ·
7 =	— — · · ·	barra (fraz.)	(/) =	— · · — ·	pronto	= — · —
8 =	— — — · ·	parentesi	( ) =	— · — — · —	fine trasmissione	= · · · — · —
9 =	— — — — ·	due trattini	(=) =	— · · · —	S. O. S. (soccorso)	= · · · — — — · · ·
0 =	— — — — —	interrogativo	(?) =	· · — — · ·	sottolinea	= · · — — · —

AVVISO a tutti i lettori

Dal 6 al 20 Agosto prossimi i ns. Uffici resteranno **chiusi per ferie.**
Durante tale periodo (per 2 settimane dopo il N° 44) **non usciranno i fascicoli del «Corso».** Col N° 45 – che sarà posto in distribuzione il 26 Agosto p. v. – riprenderà la frequenza settimanale, sino al N° 52, ultimo Numero previsto.
L'ultimo fascicolo del «Corso di RADIOTECNICA» recherà anche l'«errata-corrige» e gli Indici.

SIAMO LIETI DI ANNUNCIARE ORA CHE, COME LOGICO SEGUITO AL CITATO « Corso » SARA' PUBBLICATO, SETTIMANALMENTE IL

corso di TELEVISIONE

con costruzione di un televisore

QUANTO PRIMA ESPORREMO AMPI DETTAGLI RELATIVI A QUESTO NUOVO PERIODICO CHE — POSSIAMO GIA' AFFERMARLO SIN D'ORA — NON HA RISCONTRO PER RICCHEZZA DI CONTENUTO, CHIAREZZA DI ESPOSIZIONE E PRATICITA' DI RISULTATI CON NESSUN'ALTRA INIZIATIVA DEL GENERE, SIA A CARATTERE SCOLASTICO CHE A CARATTERE EDITORIALE.

— Creare suoni che non esistono nella realtà ! Ecco una cosa possibile a tutti i possessori di un registratore magnetico, seguendo le tecniche illustrate in un articolo sui **trucchi sonori alla portata degli amatori.** Potrete così creare degli effetti sonori originali ed artistici, oppure semplicemente curiosi e divertenti, che renderanno molto più attraenti le vostre registrazioni.

— Sempre quanti si interessano della registrazione magnetica su nastro, nella nuova rubrica **Parole e suoni** troveranno le risposte ai quesiti che essi stessi vorranno sottoporre.

— Ancora nel campo della Bassa Frequenza, viene illustrato un metodo semplice e facile per ottenere il **bilanciamento degli stadi finali in controfase.**

— Ai tecnici di laboratorio interesserà un articolo dedicato alla **fotometria** ed ai metodi per la misura della luminanza dello schermo dei tubi a raggi catodici.

— Gli indicatori ottici, di qualunque tipo essi siano, sono presenti in moltissime apparecchiature elettroniche in quanto consentono di accertare visivamente lo stato di funzionamento dei circuiti. In questo articolo vengono descritti il funzionamento e le applicazioni dei **thyratron indicatori**, un tipo particolare di valvola a gas a catodo freddo le cui caratteristiche elettriche ne fanno il componente più versatile per l'applicazione anzidetta.

— I diversi problemi connessi con l'ottenimento di una buona **linearità orizzontale nei televisori a 110°** sono oggetto di un articolo dedicato in particolare al videoriparatore.

— Telefonare con la luce ! A questo si giungerà modulando ed amplificando la luce prodotta da un nuovo dispositivo chiamato **Laser.** Il funzionamento del Laser viene esaurientemente descritto in modo piano ed accessibile a tutti.

— Viene pubblicata la II Parte di un articolo sul **Progetto di stadi a transistori per radioricevitori.** Il tecnico progettista vi troverà esposte, in modo eminentemente pratico, le norme più importanti da seguire.

— L'apparecchio è riparabile subito ? Quanto costa la riparazione ? Sono questi i due soli quesiti che interessano il proprietario di un televisore guasto, e che esigono una pronta ed esatta risposta da parte del tecnico. Viene qui esposto un metodo per **la diagnosi dei guasti di un televisore presso il domicilio del cliente,** in modo da ottenere quegli elementi che consentono di rispondere ai quesiti posti.

E' compresa una tabella ove sono esposti sinteticamente 20 probabili guasti, con indicazione dei sintomi, del punto probabile del guasto e dei controlli da effettuare.

— Tabella di sostituzione delle valvole riceventi con i tipi RCA prodotti in Italia dalla ATES.

Completano il fascicolo le abituali rubriche, e cioè un notiziario relativo ad avvenimenti riguardanti la tecnica elettronica, da tutto il mondo; una recensione di libri e opuscoli; gli avvisi gratuiti a disposizione di tutti i lettori; un esame tecnico di apparecchiature del commercio; un breve riassunto di articoli importanti di riviste estere, ecc. ecc.

Qualche cenno sul fascicolo N. 102 della rivista mensile « RADIO e TELEVISIONE » posta in distribuzione recentemente. Chiedetela all'edicola (lire 300) o abbonatevi a 12 numeri (lire 3060).

APPARECCHI e PARTI STACCATE per il traffico radiantistico

4/103 - S - **Gruppo VFO** pilota per trasmettitore 144 ÷ 148 MHz. Controllo a cristallo. Atto al pilotaggio di una valvola tipo 832 oppure 2E26. A 4 valvole. Senza valvole e senza cristallo . . . . L. 6.800

4/102 - V - **Gruppo VFO** pilota per trasmettitore, atto al pilotaggio di 2 valvole 807 in parallelo. A 3 valvole. Gamme radiantistiche: 10, 15, 20, 40, 80 metri. Senza valvole L. 7.500

4/104 - S **Gruppo VFO** pilota per trasmettitore, atto al pilotaggio di una valvola 807 o equivalente. 6 gamme radiantistiche: 10, 11, 15, 20, 40, 80 metri. A due valvole. Senza valvole. L. 7.500

4/151 - **Convertitore** per la ricezione della gamma dei 2 metri (144 ÷ 146 MHz). 4 valvole con controllo a cristallo. Uscita con FI di 26 ÷ 28 MHz. Da usare in unione ad un ricevitore con gamma 26 ÷ 28 MHz. Senza alimentatore. Con valvole e cristallo . . . L. 29.000

4/152 - **Convertitore** come il 4/151, ma con alimentatore a C.A. incorporato e commutatore di antenna. Con valvole e cristallo . . L 36.500

Gli apparecchi non sono forniti in scatola di montaggio. Per ulteriori dettagli richiedere il Bollettino Tecnico Geloso N. 69 - 70.

G 209 - **Ricevitore** professionale per traffico radiantistico. 6 gamme: 10, 11, 15, 20, 40, 80 metri. Controlli a cristallo. Ricezione AM, SSB, CW. Limitatore dei disturbi. Sensibilità 1 μV con rapporto segnale/disturbo di 6 dB. Tasse radio comprese . . . . L. 153.500

G 222 - TR - **Trasmettitore** per traffico radiantistico. 6 gamme: 10, 11, 15, 20, 40, 80 metri. 75 watt alimentazione stadio finale RF. 8 valvole con valvola finale 6146. 4 raddrizzatori. Per fonia (AM) e grafia (CW). Modulazione al 100%. . . . . L. 130.000

GELOSO S. p. A. - Viale Brenta, 29 - Telefoni 563.183/4/5/6/7 - MILANO (808)

HEATH COMPANY

a subsidiary of Daystrom, Inc.

MODELLO

HEATHKIT DX-60 PHONE AND CW

Transmitter KIT

REQUISITI

- *Tubo amplificatore finale di tipo 6149 con una potenza anodica input di 90 Watt.*
- *Funzionamento in C.W. ed in FONIA nelle bande degli 80, 40, 20, 15 e 10 metri.*
- *Accoppiamento di uscita a Pi-greca. Commutatore per la selezione di 4 cristalli. Possibilità di eccitazione con V.F.O. esterno.*
- *Realizzazione funzionale ed elegante.*

LARIR
MILANO

RAPPRESENTANTE GENERALE PER L'ITALIA

P.zza 5 GIORNATE 1
Telefoni: 795.762 - 795.763

Agenti esclusivi di vendita per:

LAZIO - UMBRIA - ABRUZZI . . Soc. FILC RADIO
Piazza Dante, 10 - ROMA - telefono 736.771

EMILIA - MARCHE . . . . Ditta A. ZANIBONI
Via Azzogardino, 2 - BOLOGNA - telefono 263.359

VENETO . . . . Ditta E. PITTON
Via Cavallotti, 12 - PORDENONE - tel. 2244